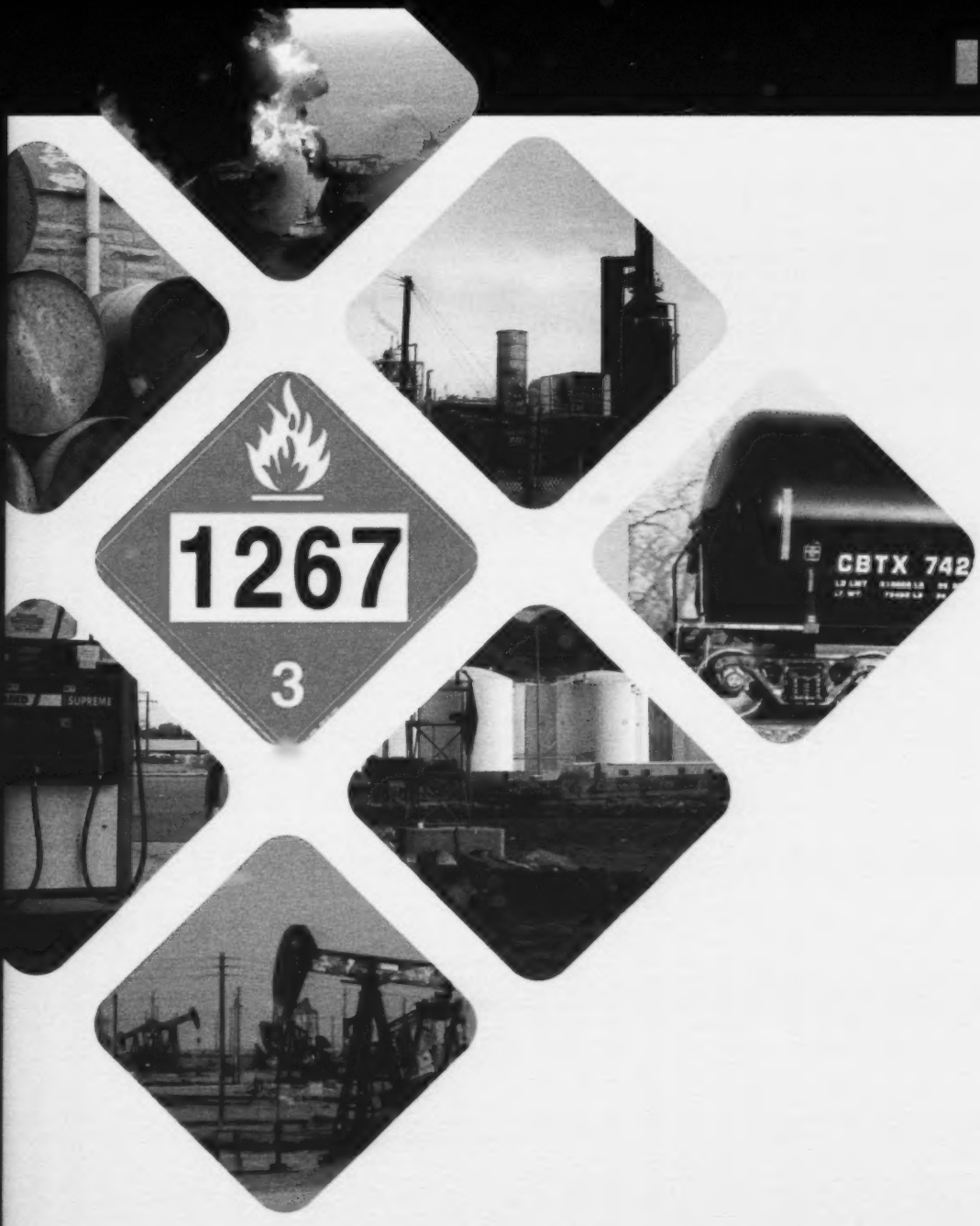
Santé Canada Health Canada



GUIDE POUR LA GESTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENTALE EN CAS D'INCIDENT METTANT EN CAUSE DU PÉTROLE BRUT

Guide à l'intention des praticiens de la santé publique et de la gestion des urgences

Unité de préparation et d'intervention en cas d'urgence chimique
Santé Canada

Août 2018

Canada

Santé Canada est le ministère fédéral qui aide les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé. Nous veillons à ce que des services de santé de haute qualité soient accessibles et nous efforçons de réduire les risques pour la santé. Nous sommes une institution fédérale qui appartient au portefeuille de la Santé.

Also available in English under the title:

Guidance for the environmental public health management of crude oil incidents

Pour obtenir de plus amples renseignements :

Santé Canada
Indice de l'adresse 0900C2
Ottawa (Ontario) K1A 0K9

Téléphone : 613-957-2991
Numéro sans frais : 1-866-225-0709
Télécopieur : 613-941-5366
Téléscripteurs/ATS : 1-800-465-7735

Courriel : hc.publications-publications.sc@canada.ca

Pour signaler toute erreur factuelle dans ce document, ou pour fournir des suggestions visant à l'améliorer, SVP envoyer vos commentaires par courriel à : cepru@hc-sc.gc.ca

La présente publication est disponible, sur demande, en d'autres formats.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par la ministre de la Santé, 2017

Date de publication : Août 2018

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou à l'interne seulement, dans la mesure où la source est indiquée en entier.

PDF N° de cat. : H129-82/2018F-PDF
ISBN : 978-0-660-24441-9

Pub. : 170387

REMERCIEMENTS

Santé Canada est reconnaissant envers le Centre de collaboration nationale en santé Environnementale (CCNSE) et toutes les personnes qui ont contribué à la création du présent document d'orientation, en particulier ses auteurs qui ont contribué leur passion, expertise et sagesse dans cet entreprise.

Remerciements particuliers :

Joan Armour, consultante

Angela Eykelbosh (Centre national de collaboration en santé environnementale)

Marc Lafontaine (Santé Canada)

Margaret Yole (Santé Canada)

Tous les examinateurs scientifiques du portefeuille fédéral de la Santé, des provinces et des territoires qui ont contribué à l'élaboration de ce document.

Consultez les services de publication pour d'autres points saillants concernant la collaboration avec le Centre national de collaboration en santé environnementale et les autres intervenants.

Table des matières

REMERCIEMENTS iii

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES ix

INTRODUCTION 1

Section 1. IDENTIFICATION ET RÉSUMÉ DES DANGERS 2

1.1 En quoi consiste le pétrole brut et quels sont ses identifiants les plus couramment utilisés? 2

1.1.1 Identification 2

1.1.2 Composition 2

1.1.3 Classification 3

1.2 Quelles sont les propriétés physiques du pétrole brut? 5

1.3 Quelles sont l'inflammabilité et la réactivité du pétrole brut? 6

1.4 Comment les produits du pétrole brut et leurs dangers sont-ils indiqués sur les contenants d'expédition et d'entreposage? 6

1.4.1 Guide des Mesures d'Urgence de 2016 (GMU) 6

1.4.2 Règlement type de l'ONU relatif transport des marchandises dangereuses (TMD) 8

1.4.3 Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH) 9

1.4.4 National Fire Protection Association 9

1.5 Quel est le cycle de vie du pétrole brut? 11

1.5.1 Sources 11

1.5.2 Production et extraction 11

1.5.3 Raffinage 12

1.6 Où le pétrole brut est-il produit? 12

1.7 À quoi sert le pétrole brut? 14

1.8 Comment le pétrole brut est-il transporté? 14

1.8.1 Pipelines 14

1.8.2 Rails 15

1.8.3 Navires 16

1.9 Que se passe-t-il lorsque le pétrole brut est rejeté dans l'environnement? 17

Section 2. CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'EXPOSITION À UN DÉVERSEMENT ET AUX EFFETS SUR LA SANTÉ 19

2.1 Quels sont les constituants du pétrole brut qui peuvent présenter un risque pour la santé humaine? 19

2.2 Quelles sont les voies d'exposition? 19

2.3 Quels sont les effets potentiels sur la santé des incidents importants mettant en cause du pétrole brut? 20

2.3.1 Traumatismes physiques 21

2.3.2 Effets toxicologiques 21

2.3.3 Santé mentale 23

2.3.4 Répercussions sur les collectivités 24

2.4 Quelles sont les populations qui nécessitent une attention particulière à la suite d'un déversement de pétrole brut? 24

2.5 Quelles sont les normes et lignes directrices à privilégier pour évaluer les risques pour la santé lors de l'exposition au pétrole brut? 26

2.5.1 Qualité de l'air 26

2.5.2 Qualité de l'eau potable 34

Section 3. GESTION DES RISQUES POUR LA SANTÉ PUBLIQUE 36

3.1 Quelles activités les praticiens en santé publique peuvent-ils entreprendre pour mieux préparer leur collectivité au risque d'un rejet de pétrole brut? 36

3.2 Quelles mesures doit-on prendre en cas de rejet soudain et important de pétrole brut? 38

3.2.1 Évacuation et mise à l'abri sur place 44

3.2.2 Contremesures médicales 46

3.2.3 Communication des risques et de la crise 46

3.3 Quelles sont les mesures pouvant favoriser le rétablissement? 48

3.3.1 Études de suivi sur la santé de la population – points à considérer 49

Section 4. ÉTUDES DE CAS 52

4.1 ÉTUDE DE CAS (accident ferroviaire) : Déraillement de Lac-Mégantic, 6 juillet 2013 54

4.2 ÉTUDE DE CAS (accident de pipeline) : Marshall (Michigan), rupture de pipeline, 25 juillet 2010 61

4.3 ÉTUDE DE CAS (déversement en mer) : Échouement du Nathan E. Stewart, chenal Seaforth, octobre 2016 62

4.4 ÉTUDE DE CAS (déversement en mer) : Incident du Marathassa, avril 2015 63

RÉFÉRENCES 65

ANNEXES 77

Annexe A : Analyse de la composition et analyse de base des pétroles bruts 78

Annexe B : Pipelines de pétrole brut au Canada et aux États-Unis 80

Annexe C : Classification des pétroliers selon leur taille 81

Annexe D : Exemples d'effets toxicologiques déclarés par suite d'une exposition aiguë au pétrole brut 82

Annexe E : Études épidémiologiques sur les effets physiques et physiologiques chez l'humain de l'exposition à un déversement de pétrole 84

Annexe F : Études épidémiologiques concernant les effets sur la santé mentale de l'exposition à un déversement de pétrole 104

Annexe G : Conseils à propos de l'intervention sur le site lors d'incidents pipeliniers, de déraillements et maritimes 132

Annexe H : Équipement de protection individuelle 136

Annexe I : Déraillements impliquant du pétrole brut au Canada et au États-Unis depuis le déraillement de Lac Mégantic 138

Annexe J1 : Principaux déversements de pétrole brut mettant en cause un pipeline au Canada et aux États-Unis 144

Annexe J2 : Principaux déversements de pétrole brut dans le monde mettant en cause un pipeline, un réservoir de stockage ou un puits continental 148

Annexe K : Liste des principaux déversements de pétrole brut – navires 152

Annexe L : Liste des principaux déversements de pétrole brut – plateformes de forage 159

Annexe M : Modifications apportées à la réglementation canadienne et américaine à propose du transport du pétrole brut à la suite du déraillement de Lac-Mégantic (liste non exhaustive) 161

Liste des tableaux

Tableau 1 : Identifiants des pétroles bruts 3

Tableau 2 : Composition élémentaire d'un échantillon de pétrole brut moyen, par poids 3

Tableau 3 : Types de pérole brut 4

Tableau 4 : Composition en poids des molécules d'hydrocarbures dans le pétrole brut 4

Tableau 5 : Propriétés physiques du pétrole brut 5

Tableau 6 : Propriétés physiques du pétrole brut 6

Tableau 7 : Principaux dangers indiqués dans le Guide 128 du GMU pour le pétrole brut (UN 1267) et dans le Guide 131 du GMU pour le pétrole brut acide, inflammable, toxique (UN 3494) 7

Tableau 8 : Groupes d'emballage pour les liquides inflammables de la classe 3 8

Tableau 9 : Exemple de classification et d'étiquetage selon le SGH pour le pétrole brut Bakken peu sulfuré 10

Tableau 10 : Cotes de la NFPA pour les pétroles bruts 11

Tableau 11 : Production estimée de pétrole brut et de substances équivalentes au Canada, 2018 13

Tableau 12 : Valeurs AEGL et ERPG pour les principaux COV rejetés dans l'atmosphère 29

Tableau 13 : Valeurs TEEL pour les principaux COV HAP rejetés dans l'atmosphère lors d'un déversement d'hydrocarbures brut 30

Tableau 14 : Valeurs AEGL, ERPG, TEEL, NAAQS et NCQAA pour le sulfure d'hydrogène et les principaux polluants gazeux rejetés dans l'atmosphère lors de la combustion de pétrole brut déversé 31

Tableau 15 : Concentrations minimales acceptables pour les BTEX et le benzo[a]pyrène dans l'eau potable 34

Tableau 16 : Rejets de pétrole brut ayant entraîné des modifications importantes de la réglementation 53

Tableau 17 : Récents accidents de pipelines mettant en cause du pétrole brut au Canada et aux États-Unis 144

Liste des figures

Figure 1 : Plaque pour le pétrole brut 2

Figure 2 : Densité API et teneur en soufre de certains pétroles bruts (EIA, 2012) 5

Figure 3 : Plaques TMD génériques pour le pétrole brut 8

Figure 4 : Losange NFPA 9

Figure 5 : Composants du pétrole brut 12

Figure 6 : Panneau indiquant la présence d'un oléoduc. 15

Figure 7 : Wagon DOT-111 16

Figure 8 : Effets aigus et chroniques sur la santé humaine causés par un déversement de pétrole ayant été observés/documentés 20

Figure 9 : Principaux symptômes subis par les travailleurs engagés dans le nettoyage du DWH le long de la côte de la Louisiane suite à l'exposition au déversement de pétroles et aux dispersants 23

Figure 10 : Déraillement de Lac-Mégantic 57

Figure 11 : Causes et facteurs contributifs au déraillement de Lac-Mégantic (BST, 2014b) 59

Liste des encadrés

Encadré 1 : Que sont les matières particulaires? 24

Encadré 2 : Pourquoi faut il porter une attention particulière aux enfants pendant une catastrophe? ... 25

Encadré 3 : Pourquoi les communautés autochtones sont-elles touchées différemment par les catastrophes? 25

Encadré 4 : Quelles sont les valeurs de référence à privilégier pour évaluer les risques pour la santé associés à l'exposition aiguë aux polluants atmosphériques? 28

Encadré 5 : Concentration maximale acceptable (CMA) et objectif d'ordre esthétique pour un produit chimique dans l'eau potable? 34

Encadré 6 : Survol du système de commandement en cas d'incident (SCI) 39

Listes de vérification

Liste de vérification 1 : Activités proposées pour mieux préparer les collectivités au risque d'un rejet de pétrole brut 37

Liste de vérification 2 : Préoccupations relatives à la santé en cas de rejet important de pétrole brut 40

Liste de vérification 3 : Interventions habituellement effectuées par les premiers intervenants, à l'échelle locale, en cas de déversement de matières dangereuses 41

Liste de vérification 4 : Évaluation rapide des risques pour la santé des populations – points à considérer 42

Liste de vérification 5 : Ressources globales pour guider les interventions en cas d'incident impliquant des matières dangereuses 42

Liste de vérification 6 : Ressources toxicologiques et médicales spécialisées pour guider les interventions en cas d'incident impliquant des matières dangereuses 43

Liste de vérification 7 : Évacuation ou mise à l'abri sur place – points à considérer 45

Liste de vérification 8 : Décontamination et traitement – points à considérer 47

Liste de vérification 9 : Données à recueillir auprès des participants des études de suivi 51

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

ACPP	Association canadienne des producteurs pétroliers
AEGL	Guide de seuils d'exposition aiguë
AFPM	American Fuel & Petrochemical Manufacturers
AFRA	Average Freight Rate Assessment
AIHA	American Industrial Hygiene Association
API	American Petroleum Institute
ARLIS	Alaska Resources Library and Information Services
AS	Avis de sécurité
ASM	American Society of Microbiology
ATSDR	U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BCERMS	British Columbia Emergency Management System
BST	Bureau de la sécurité des transports
BTEX	Benzène, toluène, éthylbenzène, xylène
CAMEO	Base de données et outil de prévision sur les produits chimiques CAMEO (Computer Aided Management of Emergency Operations) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des États-Unis
CANUTEC	Centre canadien d'urgence transport
CAS	Chemical Abstracts Service
CCNSE	Centre de collaboration national en santé environnementale
CCPG	Comité consultatif sur la politique générale relative au transport des marchandises dangereuses
CDC	U.S. Centers for Disease Control and Prevention
CERC	Crisis and emergency risk communication (CDC)
CFR	U.S. Code of Federal Regulations
CHEMM	Chemical Hazards Emergency Medical Management
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CMC	Centre météorologique canadien
COV	Composés organiques volatils
CVCA	Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

DHHS	U.S. Department of Health and Human Services
DHS	U.S. Département de la Sécurité intérieure
DOE	U.S. Department of Energy
DOT	U.S. Department of Transportation
DWH	Deepwater Horizon
É.-U.	États-Unis
EIA	U.S. Energy Information Administration
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
EPI	Équipement de protection individuelle
ERPG	Emergency response planning guidelines (États-Unis)
Est.	Estimé, estimée
FEMA	U.S. Federal Emergency Management Agency
GC	Gouvernement du Canada
GCC	Garde côtière canadienne
GE	Groupe d'emballage
GMU	Guide des mesures d'urgence
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HazMat	Matières dangereuses (abréviation anglaise d'usage répandu)
HMG	Her Majesty's Government
HPV	Production en grande quantité
HSDB	Hazardous Substance Data Bank, National Institute of Medicine (États-Unis)
IMC	International Maritime Consultancy
ITOPF	The International Tanker Owners Pollution Federation Limited
JIBC	Justice Institute of British Columbia
km/h	Kilomètre par heure
CMA	Concentration maximale acceptable
KMC	Kinder Morgan Canada, Inc.
LER	Limite d'exposition recommandée
MARPOL	Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires

Mbarils/j	Millions de barils/jour
MDCH	Michigan Department of Community Health
MMA	Montreal, Maine & Atlantic Railway
mPa·s	milliPascal-seconde
NAAQS	U.S. National Ambient Air Quality Standards
NAIT	Northern Alberta Institute of Technology
NFPA	National Fire Protection Association
NIOSH	U.S. National Institute for Occupational Safety and Health
NOAA	U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration
N°CAS	Numéro de registre du Chemical Abstracts Service
NR	Non recommandé en raison de données insuffisantes
RNCan	Ressources naturelles Canada
NTSB	U.S. National Transportation Safety Board
NWAC	NW Area Committee Federal and State Spill Response Agencies (États-Unis)
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMS	Organisation mondiale de la Santé
ONE	Office national de l'énergie
OSHA	U.S. Occupational Safety and Health Administration
P. éb.	Point d'ébullition
PHMSA	U.S. Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration
PM	Matière particulaire
PubMed	Moteur de recherche PubMed ayant accès à la base de données MEDLINE, National Library of Medicine, banque de citations pour la littérature biomédicale des NIH (États-Unis)
S.o.	Sans objet
n.o.s.	Non spécifié ailleurs
SC	Santé Canada
SCI	Système de commandement des interventions
SGH	Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (Nations Unies)

SMU	Services médicaux d'urgence
SRUE	Section de la réponse aux urgences environnementales
TC	Transports Canada
TEEL	Niveaux d'exposition d'urgence temporaires
TGTB	Très gros transporteur de brut
TMD	Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses (Nations unies)
TSPT	Trouble de stress post-traumatique
UN	Organisation des Nations Unies
UVCB	Substances de composition inconnue ou variable, produits de réaction complexes ou matières biologiques
WTI	West Texas Intermediate

INTRODUCTION

Les déversements ou les rejets de pétrole brut, seuls ou combinés à la combustion ou à l'explosion du pétrole, ont causé plusieurs catastrophes importantes au Canada et dans le monde, notamment le déversement de pétrole de la plateforme Deepwater Horizon, en 2010, et l'échouement de l'*Exxon Valdez*, en 1989 (voir le Tableau 16 pour obtenir d'autres exemples).

Le déraillement survenu à Lac Mégantic, au Québec, en 2013, est la plus importante catastrophe mettant en cause du pétrole brut de l'histoire du Canada. Il a causé la mort de 47 personnes, dévasté la collectivité et provoqué d'importants dommages environnementaux (voir Section 4.1).

Après la tragédie de Lac Mégantic, le milieu de la santé publique et les praticiens de la gestion des urgences, ainsi que des citoyens inquiets et de nombreux groupes participant au transport et à l'utilisation de pétrole brut étaient d'avis qu'il était nécessaire de se doter d'un document d'orientation portant sur les principales caractéristiques des incidents mettant en cause du pétrole brut et sur la gestion de ces incidents.

Le présent document d'orientation a été préparé pour répondre à ce besoin. Il s'adresse surtout aux praticiens en santé publique, santé environnementale et en gestion des urgences responsables de la gestion de la santé publique en cas d'accidents chimiques. Il est destiné à faciliter l'élaboration de plans de préparation aux urgences (notamment les activités de sensibilisation, d'éducation et de formation), et à élaborer des exercices d'urgence.

Le présent guide fournit des informations de base sur le pétrole brut, ses dangers et ses effets potentiels sur la santé. L'accent est mis principalement sur l'exposition aiguë résultant d'accidents majeurs qui sont préoccupants pour la santé publique.

Le guide, qui est complémenté par les références et les annexes, est divisé en quatre grandes sections pouvant être consultées indépendamment :

- **Section 1 : Identification et résumé des dangers**
- **Section 2 : Considérations relatives à l'exposition et aux effets sur la santé**
- **Section 3 : Gestion des risques pour la santé publique**
- **Section 4 : Études de cas**

Dans l'ensemble des documents, des **encadrés** fournissent des renseignements supplémentaires sur des sujets spécialisés. Dans la section 3, des **listes de vérification** (aides à la prise de décision) faciles à consulter permettent d'éclairer les interventions de gestion des répercussions sur la santé publique.

Durant la phase d'intervention qui suit le signalement d'un incident mettant en cause du pétrole brut, le lecteur doit consulter des ressources et des documents de référence spécialisés qui font autorité et qui sont à jour et applicables dans sa région.

Des informations techniques détaillées sont présentées dans la section des références. Ces rapports et articles sont pour la plupart disponibles gratuitement sur Internet.

Section 1. IDENTIFICATION ET RÉSUMÉ DES DANGERS

Cette section contient des renseignements sur l'étiquetage, les propriétés physico-chimiques, le cycle de vie et les dangers du pétrole brut, renseignements compilés lors d'examens préparés par des organisations et des institutions internationales qui classifient les produits chimiques et leur toxicité.

1.1 En quoi consiste le pétrole brut et quels sont ses identifiants les plus couramment utilisés?

1.1.1 Identification

Comme l'indique le Tableau 1, le numéro de registre CAS (Chemical Abstracts Service) du pétrole brut est 8002-05-9. Cependant, comme il n'est pas assez précis pour permettre une identification sans équivoque, le numéro CAS présente également une définition supplémentaire du pétrole brut :

« Le pétrole brut est un mélange complexe d'hydrocarbures, constitué principalement d'hydrocarbures aliphatiques, alicycliques et aromatiques. Le pétrole brut peut également contenir de petites quantités de composés d'azote, d'oxygène et de soufre. Cette définition englobe les pétroles légers, moyens et lourds, ainsi que le pétrole extrait des sables bitumineux [CAS, 2014]. »

Sur un conteneur d'expédition (p. ex. un wagon-citerne) contenant du pétrole brut, le numéro du Comité d'experts des Nations Unies sur le transport des marchandises dangereuses doit figurer dans un rectangle blanc, sur une plaque en forme de losange. La Figure 1 illustre une plaque pour le pétrole brut (UN 1267) indiquant le numéro UN, la classe de danger selon le règlement de l'ONU sur le transport des matières dangereuses et un pictogramme de danger. (Voir aussi la Section 1.4.2)

Figure 1 : Plaque pour le pétrole brut

1.1.2 Composition

Le pétrole brut est composé d'hydrocarbures dont la teneur en carbone va de C1 à C60+.

Parmi d'autres constituants mineurs figurent des complexes organométalliques, notamment ceux constitués de soufre et de vanadium, et des gaz dissous comme le sulfure d'hydrogène.

On trouve au Tableau 2 la composition élémentaire d'un échantillon de pétrole brut moyen [API, 2011a].

Tableau 1 : Identifiants des pétroles bruts

Identificateur		
Formule moléculaire	Inconnue/variable	
Classification selon le Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH)	Substances chimiques de composition inconnue ou variable, produits de réaction complexes ou substances biologiques (UVCB).	
Synonymes courants et noms commerciaux	Pétrole Pétrole brut Huile paraffinique	Naphte minéral Huile de roche Zafiro
Numéro du Chemical Abstracts Service (n° CAS)	8002-05-9	
Numéro du Comité d'experts des Nations Unies sur le transport des marchandises dangereuses (n° UN)	UN 1267 – Pétrole brut UN 3484 – Pétrole brut acide, inflammable, toxique UN 1270 – Huile de pétrole et huile de pétrole résiduelle	

Tableau 2 : Composition élémentaire d'un échantillon de pétrole brut moyen, par poids

Element	Percentage range	Element	Percentage range
Carbone	de 83 à 85 %	**Oxygène**	de 0,05 à 1,5 %
Hydrogène	de 10 à 14 %	**Soufre**	de 0,05 à 6,0 %
Azote	de 0,1 à 2 %	**Métaux**	< 0,1 %

1.1.3 Classification

Le terme « pétrole brut » comprend une large gamme de mélanges d'hydrocarbures qui vont de liquides fins, mobiles et de couleur jaunâtre, composés principalement d'hydrocarbures de type essence automobile (facilement distillés à la pression atmosphérique) à des substances lourdes, visqueuses et semi-solides, semblables à du goudron (qui se distillent peu à la pression atmosphérique avant que la décomposition thermique se produise). **Le pétrole brut est donc généralement défini comme une substance de composition inconnue ou variable** (comme de nombreux autres produits pétroliers).

Pour distinguer les pétroles bruts de façon approximative, on utilise leur masse volumique ou leur densité API (établie par l'American Petroleum Institute). La densité API correspond à une échelle arbitraire exprimant la masse volumique (ou densité) des produits pétroliers liquides. Cette échelle de mesure est étalonnée en termes de degrés API [EIA, 2017a].

Degrés de densité API =
(141,5 / (masse volumique à 60 °F)) – 131,5.

Le pétrole brut peut être considéré comme « léger » s'il a une densité API élevée (faible masse volumique) ou « lourd » s'il a une densité API faible (masse volumique élevée).

On trouve au Tableau 3 les valeurs actuellement acceptées pour la densité API, pour la différenciation des pétroles bruts légers et lourds, et des pétroles assujettis à d'autres modes de classification.

Tableau 3 : Types de pérole brut

Type	API	International Marine Consultancy (IMC) [IMC, 2011]	Oil Prices.org [OP, 2016]
Brut classique ou « léger »	Masse volumique ou densité API inférieure à 934 kg/m³ (> 33° API)	> 31,1° API	≥ 40,1° API
Brut « moyen »		Entre 22,3° API et 31,1° API	Entre 20° API et 40,1° API
Brut « lourd »	Plage de masse volumique ou de densité API : de 1 000 kg/m³ à plus de 934 kg/m³ (de 10° API à < 28° API) Viscosité maximale de 10 000 mPa.s (cP)	< 22,3° API	≤ 20° API
Brut « extra lourd »; peut aussi comprendre des résidus atmosphériques (p. éb. > 340° C)	Masse volumique ou densité API supérieure à 1 000 kg/m³ (< 10° API) Viscosité maximale de 10 000 mPa.s (cP)		
Bitume du sable bitumineux (avant la valorisation) ou asphalte naturel; peut aussi comprendre des résidus sous vide (p. éb. > 510° C)	Masse volumique ou densité API supérieure à 1 000 kg/m³ (< 10° API) Viscosité supérieure à 10 000 mPa.s (cP)		

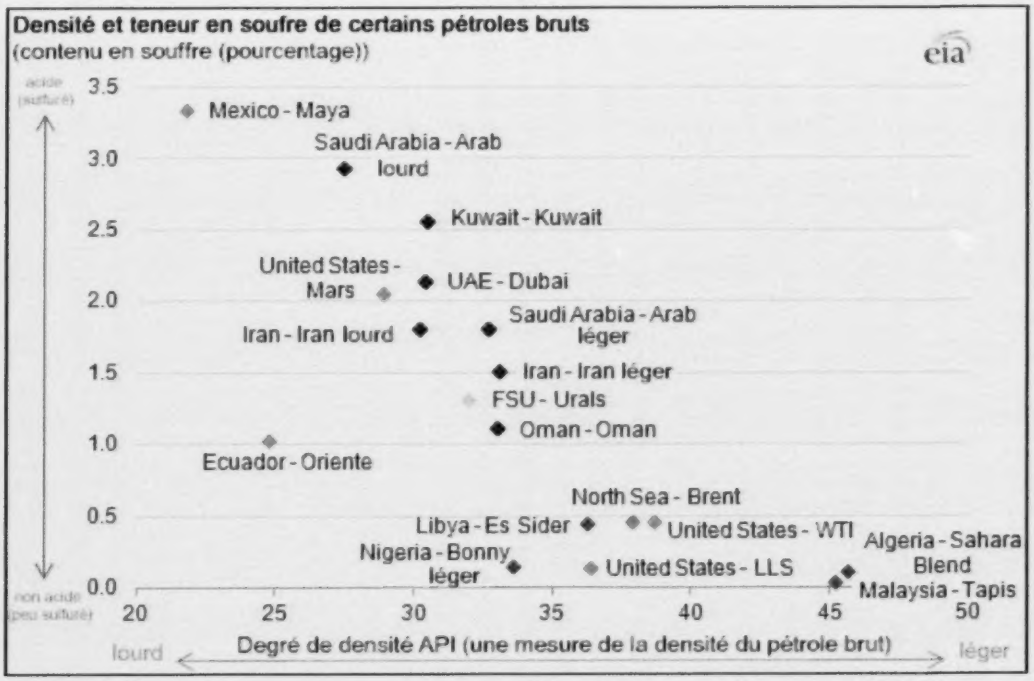
Le pétrole brut peut également être appelé « **non acide** » ou « **peu sulfuré** » s'il contient moins de 1 % de soufre, ou « **acide** » ou « **sulfuré** » s'il contient plus de 1 % de soufre [API, 2011b].

Les pétroles bruts sont également classifiés selon leur composition en poids de diverses molécules d'hydrocarbures dans un pétrole brut particulier (voir le Tableau 4). Les pétroles bruts paraffiniques sont riches en paraffines à chaînes droites et ramifiées; les pétroles bruts naphténiques contiennent surtout des hydrocarbures naphténiques et aromatiques. Les pétroles bruts à base mixte contiennent diverses quantités de chaque type d'hydrocarbures [API, 2011a; Hyne, 2001].

L'industrie pétrolière classifie généralement les pétroles bruts d'après leur provenance géographique, de la densité API et de la teneur en soufre (voir Tableau 5 et Figure 2)

Tableau 4 : Composition en poids des molécules d'hydrocarbures dans le pétrole brut

Hydrocarbure	Moyenne	Plage
Alcanes (paraffines)	30 %	de 15 à 60 %
Naphtalènes	49 %	de 30 à 60 %
Aromatiques	15 %	de 3 à 30 %
Asphaltiques	6 %	Reste



Remarques : Les points sur le graphique sont désignés par le pays et le nom de référence. Le graphique n'indique ni le prix ni le volume de production. United States-Mars est un site de forage en mer situé dans le golfe du Mexique. WTI = West Texas Intermediate; LLS = Louisiana Light Sweet; FSU = Former Soviet Union (Ancienne Union soviétique); UAE = United Arab Emirates (Émirats arabes unis) [EIA, 2012].

Figure 2 : Densité API et teneur en soufre de certains pétroles bruts (EIA, 2012)

1.2 Quelles sont les propriétés physiques du pétrole brut?

En raison de leur composition complexe, les pétroles bruts peuvent présenter des propriétés physiques et chimiques très différentes. Le point de fusion, le point d'ébullition, la pression de vapeur, le coefficient de partage et la solubilité dans l'eau des pétroles bruts peuvent différer selon la région de production, voire dans un même champ pétrolier [API, 2011a] (voir Tableau 5 et Tableau 6 et Annexe A : Analyse de la composition et analyse de base des pétroles bruts).

Tableau 5 : Propriétés physiques du pétrole brut

Léger	Moyen	Lourd
• Taux d'évaporation élevé • Plage d'ébullition pouvant atteindre 150 °C • Solubilité élevée dans l'eau • Toxicité aiguë élevée attribuable à des constituants comme le benzène, le toluène et les xylènes • Constituants extrêmement inflammables (méthane, éthane, propane et butanes, sulfure d'hydrogène) [CB&I, 2015]	• Taux d'évaporation plus faible • Solubilité faible ou nulle des fractions dans l'eau • Toxicité aiguë modérée • Alcanes qui se dégradent facilement	• Évaporation faible ou nulle • Presque aucune fraction soluble dans l'eau • Toxicité chronique possible attribuable aux fractions polyaromatiques • Persistance à long terme

1.3 Quelles sont l'inflammabilité et la réactivité du pétrole brut?

Le pétrole brut est inflammable. On doit éviter les températures élevées et toutes les sources d'inflammation. Il faut également éviter l'accumulation de vapeur. Lorsque le pétrole brut est chauffé suffisamment ou qu'il s'enflamme en présence d'air ou d'oxygène, il brûle de façon exothermique et produit du dioxyde de carbone et de l'eau [CAMEO, 2013].

Le pétrole brut ne réagit pas aux solutions aqueuses d'acides, d'alcalins ni à la plupart des agents oxydants et des agents réducteurs. Cependant, on doit éviter les agents réducteurs forts (p. ex., acide nitrique) [CAMEO, 2013].

1.4 Comment les produits du pétrole brut et leurs dangers sont-ils indiqués sur les contenants d'expédition et d'entreposage?

1.4.1 Guide des Mesures d'Urgence de 2016 (GMU)

La version 2016 du Guide des mesures d'urgence (GMU) [GMU, 2016] place le pétrole brut (UN 1267) dans le Guide 128 : Liquides inflammables (immiscibles dans l'eau) et le pétrole brut acide, inflammable et toxique (UN 3494) dans le Guide 131 : Liquides inflammables – Toxiques. Les matières visées par le numéro UN 1270 sont couvertes par le Guide 128 (voir Tableau 7).

Tableau 6 : Propriétés physiques du pétrole brut

Propriété		
État physique (20 °C)	Liquide	
Couleur	Substance allant d'un liquide pâle, mobile, de couleur jaunâtre à une substance noire, semi-solide et très visqueuse	
Odeur	Odeur possible d'œufs pourris et de soufre	
Masse volumique (g/cm³ à 20 °C)	Pétrole brut de Norman Wells Pétrole brut de l'Alberta Pétrole brut de Prudhoe Bay Pétrole brut d'Hibernia B Brut Bakken,	0,832 [HSDB, 2011] 0,835 [HSBD, 2011] 0,90 [HSDB, 2011] 0,837 [HSDB, 2011] 0,7–1,03 [ConocoPhillips, 2014]
Densité	Brut Bakken,	0,7–0,8 [Cenovus, 2012] 0,7-1,03 à 15,6 °C [ConocoPhillips, 2014]
Point d'ébullition initial et plage d'ébullition (°C)	Non spécifié Brut Bakken Brut Wabasca	-1 à 565 [HSDB, 2011] -40 à 530 [Cenovus, 2012] -18 à 400 [Cenovus, 2014a]
Point de fusion (°C)		-30 à 30 [HSDB, 2011]
Point d'éclair (°C)	Brut Bakken Brut Wabasca	< -35 [Cenovus, 2012] < -29 [ConocoPhillips, 2014] < -5 [Cenovus, 2014a]

Propriété		
Solubilité (basée sur les concentrations totales combinées de benzène, de toluène, d'éthylbenzène et de xylènes, et concentrations de naphtalènes) (g/L à 22 °C)	Pétrole brut Norman Wells [HSDB, 2011]	30-33,5 (eau distillée), 14,8-25,5 (eau de mer)
	Pétrole brut de l'Alberta	25,02 (eau distillée) [HSDB, 2011]
	Pétrole brut de Swan Hills	35,1 (eau distillée) [HSDB, 2011]
	Pétrole brut de Prudhoe Bay	29,01 (eau distillée) [HSDB, 2011]
	Pétrole brut d'Hibernia B	16,92 (eau de mer) [HSDB, 2011]
	Pétrole brut d'Hibernia J	7,75 (eau de mer) [HSDB, 2011]
Pression de vapeur (kPa)	Alaska North Slope	19 à 37,8 °C [HSDB, 2011]
	Atkinson Beaufort Sea	6 à 37,8 °C [HSDB, 2011]
	Alberta Sweet Mixed Blend	19 à 37,8 °C [HSDB, 2011]
	Bakken	37–48 à 20 °C [Cenovus, 2012]
	Brut lourd Wabasca	45–65 à 37,8 °C [Cenovus, 2014a]
	Beryl (Mer du Nord, É.-U.)	36 à 37,8 °C [HSDB, 2011]
Densité de vapeur (air = 1,0)	Brut Wabasca	2,5 -5,0 (estimation) [Cenovus, 2014a]
	Brut Bakken	1–3,9 [Keystone, 2014) 2,5–5,0 (estimation) [Cenovus, 2012]
Viscosité (mm^2/s)	Brut Bakken	5,43 (Keystone, 2014]
Remarque : La pression de vapeur et la solubilité dans l'eau des fractions de pétrole brut sont données dans HSDB. Enbridge Pipelines Inc. (EPI) fournit des données sur les propriétés physiques (densité à 15 °C, pression de vapeur Reid (PVR) à 37,8 °C, teneur en soufre en poids, point d'écoulement, résultats de la viscosité à 10, 20, 30, 40 et 45 °C) pour les pétroles bruts transportés dans ses oléoducs [EI, 2016]. Les fiches signalétiques de HSDS et des producteurs contiennent des données additionnelles. De l'information additionnel à propos du pétrole brut Bakken est disponible dans les références AFPM, 2014 et NWAC, 2015.		

Tableau 7 : Principaux dangers indiqués dans le Guide 128 du GMU pour le pétrole brut (UN 1267) et dans le Guide 131 du GMU pour le pétrole brut acide, inflammable, toxique (UN 3494)

Danger	Pétrole brut* Guide 128 – Liquides inflammables (non miscibles à l'eau)	Pétrole brut peu sulfuré Guide 131 – Liquides inflammables (toxiques)
Santé	• L'inhalation ou le contact avec la substance peut irriter ou brûler la peau et les yeux. • Un feu peut produire des gaz irritants, corrosifs et/ou toxiques. • Les vapeurs peuvent causer des étourdissements ou la suffocation.	• TOXIQUE : Peut être fatal lorsqu'inhalé, ingéré ou absorbé par la peau. • L'inhalation ou le contact avec certaines de ces substances irritera ou brûlera la peau et les yeux. • Un feu produira des gaz irritants, corrosifs et/ou toxiques. • Les vapeurs peuvent causer des étourdissements ou la suffocation.
Incendie ou explosion	• EXTRÊMEMENT INFLAMMABLE : S'enflammera facilement sous l'action de la chaleur, d'étincelles ou de flammes. • Les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air. • Les vapeurs peuvent se propager vers une source d'allumage et provoquer un retour de flamme au point de fuite.	

1.4.2 Règlement type de l'ONU relatif transport des marchandises dangereuses (TMD)

Les *Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses (règlement type)* de l'ONU, 17e édition placent le pétrole brut (UN 1267) dans la classe 3 (Liquides inflammables, liquides dont le point d'éclair est inférieur ou égal à 60 °C [essai en creuset fermé]). Le pétrole brut acide (inflammable et toxique) (UN 3494) – contenant suffisamment de sulfure d'hydrogène, là où la vapeur dégagée par le pétrole brut présente un risque pour l'inhalation – est placé dans la classe 3 avec le risque subsidiaire 6.1 (matières toxiques - matières qui peuvent soit causer la mort ou des troubles graves, soit être nuisibles à la santé humaine si elles sont absorbées par ingestion, par inhalation ou par voie cutanée) (voir la Figure 3) [TMD, 2011].

Le Règlement type relatif au TMD assigne également un groupe d'emballage (GE) à chaque matière. Le groupe d'emballage permet de classer la matière selon l'importance du risque qu'elle présente pendant le transport. Le groupe d'emballage détermine également le degré d'emballage protecteur requis. Le groupe d'emballage est déterminé d'après l'inflammabilité et les dangers d'inhalation, conformément au degré de danger présenté (voir le Tableau 8).

Figure 3 : Plaques TMD génériques pour le pétrole brut

Le TMD indique que l'on peut assigner au pétrole brut (UN 1267) et au pétrole brut acide, inflammable et toxique (UN 3494) le GE I, II ou III. Pour assigner le bon GE, il faut d'abord procéder à des essais sur chaque expédition de pétrole (voir TMD, 2011, Partie 2 pour une description détaillée des essais requis).

Tableau 8 : Groupes d'emballage pour les liquides inflammables de la classe 3

Groupe d'emballage	Définition	Point d'éclair (essai en creuset fermé) (°C)	Point d'ébullition initial (°C) et pression absolue à 101,3 kPa
I	Matières très dangereuses	Tout point d'éclair	Égale ou inférieure à 35 °C
II	Matières moyennement dangereuses	Inférieur à 23 °C	Supérieur à 35 °C
III	Matières faiblement dangereuses	Entre 23 °C et 60 °C	Supérieur à 35 °C

Après le déraillement de Lac-Mégantic (voir la Section 4.1), on s'est préoccupé du fait que le bon groupe d'emballage n'était pas assigné de façon uniforme au pétrole brut Bakken [Mcinish, 2013; BST, 2013]. Le 17 octobre 2013, Transports Canada (TC) a indiqué que le pétrole brut (UN 1267), expédié par chemin de fer, doit être classé dans le GE I pour les liquides inflammables de classe 3 [TC, 2013]. Voir Section 4.1 et Annexe M : Modifications apportées à la réglementation canadienne et américaine à propose du transport du pétrole brut à la suite du déraillement de Lac-Mégantic (liste non exhaustive) pour consulter les modifications apportées à la réglementation à la suite du déraillement de Lac-Mégantic.

En février 2014, après un déraillement et un incendie à Casselton (ND) (DOT, 2014), le

Department of Transportation (DOT) des États-Unis a publié une ordonnance « Emergency Restriction/Prohibition Order » exigeant que tout le pétrole brut de classe 3 (liquides inflammables) soit expédié avec un emballage GE I ou GE II, jusqu'à avis contraire [DOT, 2014].

1.4.3 Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH)

Les Nations Unies ont mis au point le *Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques* (SGH) pour harmoniser sur le plan international la classification et l'étiquetage des produits chimiques [SGH, 2013]; il a été mis en œuvre au Canada en 2015 [CCHST, 2015; GC, 2014].

Le SGH reconnaît qu'il existe de nombreux et différents types de pétrole brut, chacun consistant en plusieurs milliers de produits chimiques, surtout des hydrocarbures, et qu'il n'y a pas deux pétroles bruts qui ont la même composition. Par conséquent, les pétroles bruts sont placés dans la classe générale « Substances de composition inconnue ou variable, produits de réaction complexes ou matières biologiques » (substances UVCB, voir Tableau 1).

De nombreuses entreprises ont préparé des fiches de données de sécurité (FDS) indiquant la classification, l'étiquetage et les pictogrammes du SGH, pour le type précis de pétrole brut qu'elles produisent.

La Tableau 9 présente les renseignements du SGH pour le pétrole brut Bakken (léger, peu sulfuré), tirés de la fiche de données de sécurité produite en 2014 par ConocoPhillips (ConocoPhillips, 2014). Les mises en garde du SGH indiquant comment ma nipuler adéquatement le pétrole brut (prévention, intervention et élimination) sont énumérées dans la fiche de données de sécurité.

Dans la classification du SGH, la principale différence entre les bruts lourds et les bruts légers est l'inflammabilité. Les bruts légers sont classifiés comme des liquides inflammables de catégorie 1, tandis que les pétroles bruts lourds sont classés considérés comme des liquides inflammables de catégorie 2.

1.4.4 National Fire Protection Association

La National Fire Protection Association (NFPA, 2012), située aux États Unis, a conçu un système de cotation pour aider les intervenants des services d'urgence et d'incendie ainsi que le personnel de sécurité à déterminer facilement les dangers associés à une exposition aiguë ou de courte durée à des produits chimiques industriels courants en cas d'incendie, de déversement ou de situation d'urgence du même genre.

Les dangers associés à une matière et le degré de gravité des dangers liés à la santé, à l'inflammabilité, à l'instabilité et des dangers spéciaux sont indiqués sur le losange de la NFPA (un carré sur pointe; voir Figure 4) comme suit : santé (bleu) à la position neuf heures, inflammabilité (rouge) à la position douze heures, instabilité (jaune) à la position trois heures et dangers spéciaux (blanc) à la position six heures.

Les losanges de la NFPA sont le plus souvent apposés sur des installations fixes et, aux États-Unis, ils ne sont pas autorisés sur les conteneurs en vrac pendant leur transport.

Au Canada, l'utilisation des cotes et des losanges de la NFPA se fait sur une base volontaire.

Figure 4 : Losange NFPA

Tableau 9 : Exemple de classification et d'étiquetage selon le SGH pour le pétrole brut Bakken peu sulfuré

	Classement		Étiquetage	
Classe de danger et code de catégorie	Code de la mention de danger	Mention de danger	Code du pictogramme	Pictogram
Liquide inflammable, catégorie 1 (Flam. Liq. 1)	H224	Liquide et vapeurs extrêmement inflammables (point d'éclair < 23 °C et point initial d'ébullition ≤ 35 °C.)	GHS02	
Toxicité pour un organe cible (exposition unique), catégorie 3 (STOT SE 3)	H336	Peut provoquer de la somnolence ou des vertiges.	GHS07	
Irritant pour les yeux, catégorie 2 (Eye Irrit. 2)	H319	Cause une irritation oculaire grave.		
Cancérogénicité, catégorie 1B (Canc. 1B)	H351	Soupçonné d'être cancérogène.	GHS08	
Toxicité pour un organe cible (exposition répétée), catégorie 2 (STOT SR 2)	H373	Peut endommager les organes ou des systèmes d'organes à la suite d'une exposition prolongée ou répétée.		
Danger par aspiration, catégorie 1 (Asp. Tox 1)	H304	Peut être mortel s'il est avalé et s'il pénètre dans les voies respiratoires.		
Nocif pour le milieu aquatique, exposition à long terme et chronique, catégorie 2 (Aquatic Chronic 2)	H411	Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme.	GHS09	
Mention d'avertissement	Danger			
Dangers non classés ailleurs : Peut contenir ou dégager du sulfure d'hydrogène, un gaz dangereux. (ConocoPhillips, 2014)				

Tableau 10 : Cotes de la NFPA pour les pétroles bruts

Type de pétrole brut	Producteur	Santé	Inflammabilité	Instabilité	Dangers spéciaux
Brut Bakken (léger)	Cenovus, 2012	3 (Avertissement – corrosif ou toxique; éviter le contact avec la peau ou l'inhalation)	4 (Danger extrême –liquide inflammable)	0 (Stable)	
Brut Bakken	ConocoPhillips, 2014	2 (Avertissement – peut être nocif si inhalé ou absorbé)	3 (Avertissement – liquide inflammable, point d'éclair < 100 °F)	0	Protection personnelle
Pétrole brut lourd Wabasca	Cenovus, 2014a	1 (Mise en garde – peut être irritant)	3	0	
Mélange de pétrole brut de Cold Lake	Cenovus, 2014b	1	3	0	
Mélange « dilbit » de Christina Lake	Cenovus, 2014c	1	3	0	
Pétrole brut, peu sulfuré	ConocoPhillips, 2014	1	3	0	

Remarque : Les mélanges « Dilbit » sont faits de pétroles bruts lourds et/ou de bitumes et d'un diluant (habituellement du condensat), dans le but de satisfaire aux spécifications de viscosité et de masse volumique du pipeline, lorsque la masse volumique du diluant inclus dans le mélange est inférieure à 800 kg/m³ [ACPP, 2016].

1.5 Quel est le cycle de vie du pétrole brut?

1.5.1 Sources

Le pétrole brut est un combustible fossile provenant d'anciens matériaux organiques fossilisés, tels le zooplancton et les algues qui ont subi une pyrolyse des hydrocarbures en raison de diverses réactions, principalement endothermiques, à des températures ou à des pressions élevées. Au fil de millions d'années, de vastes quantités de matières organiques se sont déposées dans les fonds marins et lacustres, où elles se sont mélangées avec les sédiments et ont été enfouies dans des conditions anoxiques. Au fur et à mesure que d'autres couches se sont déposées sur les lits océaniques ou lacustres, la chaleur et la pression intenses accumulées dans les régions inférieures ont entraîné la transformation des matières organiques, d'abord en une matière cireuse appelée kérogène – que l'on trouve dans divers schistes bitumineux – et ensuite, avec un apport supplémentaire de chaleur, en hydrocarbures liquides et gazeux, par un processus appelé catagenèse [Braun, 1993].

1.5.2 Production et extraction

Pour récupérer le pétrole classique, on fore des trous pour traverser la barrière de roches non poreuses qui piège le pétrole sous-jacent.

Environ 30 % du pétrole ainsi piégé peut être récupéré de façon économique par pompage. La récupération dite « secondaire » peut extraire une autre tranche de 10 %, et pour ce faire, on inonde le puits avec de l'eau ou du gaz sous haute pression. Une autre tranche de 10 % peut parfois être récupérée par des méthodes « tertiaires » qui consistent à chauffer le pétrole afin de l'expulser de sa matrice [API, 2011a].

La fracturation hydraulique est une technique de stimulation du puits, qui consiste à fracturer la roche au moyen d'un liquide sous pression. Le « fluide de fracturation » – surtout de l'eau contenant du sable, ou d'autres agents de soutènement en suspension dans le fluide à l'aide d'agents épaississants – est injecté sous haute pression dans un trou de forage afin de créer des fissures dans les formations rocheuses en profondeur, à travers lesquelles le gaz naturel, le pétrole et la saumure vont s'écouler librement vers le puits. Lorsque la pression hydraulique est retirée du puits, les petits grains qui composent les agents de soutènement (sable ou oxyde d'aluminium) utilisés pour la fracturation hydraulique maintiennent les fractures ouvertes. Le pétrole brut Bakken est récupéré par fracturation hydraulique [NWAC, 2015].

1.5.3 Raffinage

Le raffinage du pétrole consiste à séparer le pétrole brut en ses différents hydrocarbures et à éliminer les impuretés telles que le soufre, l'azote et les métaux lourds. La première étape est la distillation fractionnée, un procédé qui tire profit du fait que les différents hydrocarbures entrent en ébullition à des températures différentes. Dans une grande tour appelée colonne de fractionnement ou tour de distillation, le pétrole brut est chauffé jusqu'à ébullition. Des plateaux horizontaux divisent la colonne à intervalles. À mesure que le pétrole bout, il se vaporise. Chaque hydrocarbure s'élève jusqu'à un plateau où la température est juste sous son point d'ébullition propre. Il se refroidit alors et redevient liquide.

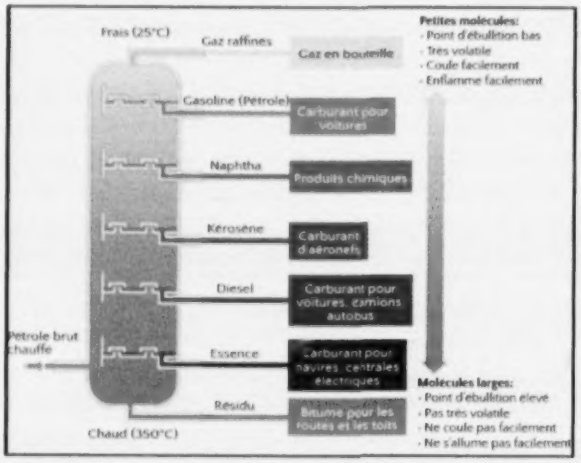


Figure 5 : Composants du pétrole brut

Les fractions les plus légères sont les gaz de pétrole liquéfiés (propane et butane) et les produits pétrochimiques utilisés pour fabriquer des plastiques, des tissus et une vaste gamme de produits de consommation. Viennent ensuite l'essence, le kérosène et le carburant diesel. Les fractions plus lourdes forment le mazout servant au chauffage domestique et le combustible utilisé dans les navires et les usines. Les fractions les plus lourdes sont utilisées pour fabriquer des lubrifiants et des cires. Le reste comprend le bitume [API, 2011a; CB&I, 2015 pour la Figure 5]

1.6 Où le pétrole brut est-il produit?

Le pétrole brut est une substance chimique produite en grande quantité (HPV) [OCDE, 2009].

En 2016, les É.-U. ont dominé le monde pour la production de pétrole brut, produisant 14,855,000 barries par jour (bbl/d). L'Arabie Saudite était deuxième (12,379,000 bbl/d), suivie par la Russie (11,220,000 bbl/d), la Chine (4,868,000 bbl/d) et le Canada (4,594,000 bbl/d). Des données détaillées sur la production, consommation et les réserves établies sont disponible sur le site web de la U.S.

Energy Information Administration website [EIA, 2017b].

Au Canada, il y a deux grandes zones de production de pétrole : d'une part, dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, un grand bassin qui s'étend du sud-ouest du Manitoba jusqu'au sud de la Saskatchewan, de l'Alberta et au nord-est de la Colombie-Britannique, ainsi que la partie sud-ouest des Territoires du Nord-Ouest; et d'autre part, au large de la côte Est du Canada. Le pétrole est également produit en faibles volumes en Ontario et dans les Territoires du Nord-Ouest.

Plus de 95 % des réserves pétrolières établies au Canada sont sous forme de sables bitumineux. Ceux-ci sont composés d'un mélange de bitume (une forme semi-solide de pétrole brut), de sable siliceux, de minéraux argileux et d'eau. Les gisements de sables bitumineux se trouvent dans les régions de l'Athabasca, de Cold Lake et de Rivière de la Paix, en Alberta. Le Tableau 11 présente la production estimée de pétrole brut canadien et de substances équivalentes en 2018, d'après l'Office national de l'énergie (ONE) [ONE, 2018].

Il existe trois grands projets de production de pétrole brut au large des côtes de Terre-Neuve-et-Labrador : Hibernia, Terra Nova et White Rose. Le champ Hibernia se trouve dans le bassin Jeanne d'Arc, à 315 km à l'est de St. John's (T.-N.-L.) et à une profondeur de 80 m. Il est principalement formé de deux réservoirs, Hibernia et Avalon, datant du Crétacé précoce et situés à des profondeurs moyennes de 3 700 m et 2 400 m, respectivement. Le champ Terra Nova se trouve au nord-est des Grands Bancs, à environ 350 km au sud est de St. John's (T.-N.-L.) et à une profondeur de 90 à 100 m. Le champ White Rose se trouve au nord-est des Grands Bancs, à quelque 50 km des champs Terra Nova et Hibernia et à une profondeur d'environ 120 m. L'exploitation du champ White Rose est centrée sur le gisement South Avalon [Offshore Technology, 2017].

La formation de Bakken est une séquence interstratifiée de schiste noir, de siltite et de grès qui occupe le sous-sol de grandes parties du nord-ouest du Dakota du Nord, du nord-est du Montana, du sud de la Saskatchewan et du sud-ouest du Manitoba [Geology, 2014].

L'Alberta produit 41,7 % du pétrole brut léger classique, Terre-Neuve-et-Labrador, 26,7 %, et la Saskatchewan, 22,2 %.

Tableau 11 : Production estimée de pétrole brut et de substances équivalentes au Canada, 2018

Type de pétrole	Production moyenne estimée (m^3/j)
Pétrole léger	
Pétrole brut léger Classique	140,147
Alberta, bitume valorisé	171,036
C5+ / condensats	63,373
Total – Pétrole brut léger	**374,556**
Pétrole lourd	
Alberta, Classique	17,224
Alberta, bitume non valorisé	273,184
Alberta, total partiel	290,408
Saskatchewan, Classique	48,946
Total – Pétrole brut lourd	**339,354**
Production totale	**713,910**

1.7 À quoi sert le pétrole brut?

Les produits pétroliers dérivés du pétrole brut comprennent les carburants servant au transport, les mazouts de chauffage et les combustibles servant à la production d'électricité, d'asphalte et de revêtements routiers, ainsi que les matières premières utilisées pour fabriquer les produits chimiques, les plastiques et les matériaux synthétiques.

En 2015, le Canada a consommé 1,9 million de barils de produits pétroliers raffinés par jour [ACPP, 2017a]. En 2015, l'essence représentait 43 % des ventes intérieures de produits pétroliers raffinés, contre 28 % pour le diesel, 7 % pour le carburant d'aviation, 3 % pour le mazout lourd, 2 % pour le mazout de chauffage et 17 % pour les autres produits (propane, butane, matières premières pétrochimiques, huiles de graissage, coke de pétrole, asphalte, etc.) [RNCan, 2017].

En 2016, les États Unis ont produit quelque 14,6 millions de barils de pétrole par jour (Mb/j) et en ont consommé environ 19,6 Mb/j. Les cinq principales sources des importations américaines de pétrole en 2016, selon la part des importations totales, sont le Canada (38 %), l'Arabie saoudite (11 %), le Venezuela (8 %), le Mexique (7 %) et la Colombie (5 %) [EIA, 2017b].

1.8 Comment le pétrole brut est-il transporté?

Le pétrole brut est transporté par pipeline, rail, route, pétrolier et barge. Aux États-Unis et au Canada, le pipeline est le principal mode de transport du pétrole brut, des produits pétroliers et des gaz naturels, plus que tous les autres modes combinés (en termes de tonnes-milles, qui est le nombre de tonnes expédiées sur un nombre de milles donné). En 2015, les raffineries américaines ont reçu 61 % de leur pétrole brut par pipeline [EIA, 2016]. Les données de l'ONE sur les exportations de pétrole brut canadien par système de transport à l'exportation montrent que la vaste majorité est transportée par pipelines .

Au Canada, les grandes raffineries (> 20 000 m^3/j) se trouvent à Saint John,NB; Lévis, QC; Montréal ,QC; Regina, SK ainsi que dans la région , AB). L'ACPP fournit des renseignements détaillés sur la capacité de raffinage du Canada [ACPP, 2017a].

1.8.1 Pipelines

Les pipelines sont divisés selon leur fonction : les conduites de collecte acheminent le pétrole des puits et des mines aux installations de collecte, tandis que les conduites d'alimentation acheminent le pétrole des installations de traitement aux pipelines longue distance, appelés conduites de transport. Quatre grands pipelines[1] permettent de transporter le pétrole brut de l'Ouest du Canada hors du bassin sédimentaire de l'Ouest canadien. Le pipeline principal d'Enbridge et le pipeline Trans Mountain de Kinder Morgan ont pour point d'origine Edmonton, AB tandis que le pipeline Express de Spectra et le pipeline Keystone de TransCanada ont pour point d'origine Hardisty, AB. Ces pipelines ont une capacité de transport de pétrole brut provenant de l'Ouest canadien d'environ 4 millions de barils par jour (voir la carte illustrant les pipelines présents au Canada et aux États Unis, qui figure à l'Annexe B : Pipelines de pétrole brut au Canada et au États-Unis, et les documents de référence ACPP, 2017 b et ONE, 2017c, pour obtenir des renseignements détaillés).

On voit souvent des panneaux indiquant la présence d'un pipeline le long d'une route, d'une voie ferrée ou de points de franchissement d'eau, ou encore sur les limites d'une propriété (voir la Figure 6). Ces

[1] L'Office national de l'énergie (ONE) réglemente les pipelines qui franchissent les limites provinciales ou internationales, notamment 73 000 kilomètres de pipelines interprovinciaux et internationaux au Canada.

panneaux indiquent les organismes à contacter en cas d'urgence ainsi que le produit transporté. Les mentions Attention, Mise en garde ou Danger figurent sur ces panneaux (voir le GMU, 2016, qui décrit ces panneaux et d'autres).

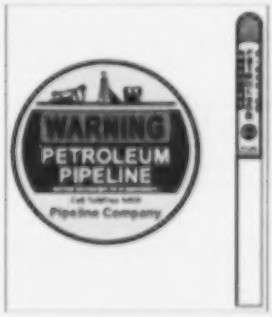


Figure 6 : Panneau indiquant la présence d'un oléoduc.

1.8.2 Rails

Dans le passé, le pétrole brut était surtout transporté par pipeline en Amérique du Nord. Cependant, avec la production croissante de l'huile de schiste provenant des champs Bakken dans le Dakota du Nord et le Montana, et compte tenu de la lenteur de la construction de nouveaux oléoducs, le transport par rail a grandement augmenté. Le pétrole brut est souvent expédié par trains-blocs de 70 wagons ou plus, qui constituent alors un pipeline virtuel [Stancil, 2012; Stancil, 2014].

Aux États-Unis, le transport de pétrole brut par rail est passé de 23 786 000 barils en 2010, à un sommet de 382 033 000 barils en 2014, pour redescendre à 174 539 000 barils en 2016 [EIA, 2018].

Les exportations canadiennes de pétrole brut par rail sont passées de 16 963 521 barils en 2012 à un sommet de 58 772 622 barils en 2014, pour redescendre à 32 162 711 barils en 2016 mais augmentant à 48 120 534 barils en 2017 [ONE, 2018b].

Le pétrole brut est transporté dans des wagons-citernes DOT-111 (wagons non soumis à des essais de pression, isolés ou non, sans dôme d'expansion)[2] (voir la Figure 7).

Les wagons DOT-111 peuvent être utilisés pour transporter des marchandises réglementées (matières ou marchandises dangereuses) et des marchandises non réglementées. En 2014, on comptait quelque 228 000 wagons DOT-111 en service en Amérique du Nord, dont environ 92 000 transportaient des produits liquides inflammables[3] [CCPG, 2014].

Selon les règles de l'Association of American Railroads (AAR), tous les wagons DOT-111 commandés depuis le 1er octobre 2011 pour le transport du pétrole, du pétrole brut et de l'éthanol faisant partie des GE I et II doivent être pourvus de caractéristiques de sécurité additionnelles qui comprennent des enceintes

[2] Généralement, la coque des wagons de classe DOT-111 fabriquée d'un acier au carbone ou allié (acier inoxydable) doit avoir une épaisseur minimale de 7/16 po, et pour les wagons en alliage d'aluminium, la coque doit avoir une épaisseur minimale de 1/2 po (pouvant soutenir une pression manométrique d'essai de 60 lb/po2) ou de 5/8 po (pouvant soutenir une pression manométrique d'essai de 100 lb/po2). Peu importe le matériau dont ils sont faits, les wagons DOT-111 soumis à la pression manométrique d'essai de 60 lb/po2 sont tenus de résister à une pression d'éclatement minimale de 240 lb/po2 manométrique, et les wagons soumis à une pression manométrique d'essai de 100 lb/po2 sont tenus de résister à une pression d'éclatement minimale de 500 lb/po2. Les wagons DOT-111 en acier au carbone et en acier allié et les pièces jointes soudées doivent être traités à la chaleur après la soudure, en tant qu'unité. Les wagons faits d'un alliage d'aluminium ne sont pas autorisés à subir un traitement thermique post-soudure. Les wagons DOT-111 qui n'ont pas fait l'objet d'essais de pression et qui transportent du pétrole brut doivent être pourvus d'un chemisage fait d'un caoutchouc résistant à l'acide ou d'un autre composant de caoutchouc approuvé et vulcanisé ou lié directement au métal du wagon. Les spécifications détaillées figurent dans le règlement américain Code of Federal Regulations (CFR) [CFR, 2014].

[3] En règle générale, la capacité des wagons DOT-111 ne peut pas dépasser 34 500 gallons ou 263 000 lb de poids brut sur rail. À la densité API la plus élevée du pétrole brut Bakken, soit 39,7 °API, le wagon-citerne ne peut contenir que 30 488 gallons (211 100 lb), ce qui représente une réduction de volume d'environ 1 300 gallons. Le volume réduit crée un vide dans la partie supérieure du wagon-citerne, ce qui permet aux gaz entraînés de s'échapper du pétrole brut [Andrews, 2014].

des raccords supérieurs, des demi-boucliers protecteurs, des têtes et des coquilles plus épaisses pour les wagons non chemisés, ainsi que l'utilisation obligatoire d'acier normalisé. On compte environ 26 000 de ces nouveaux types de wagons en circulation, désignés par l'appellation CPC-1232 [CCPG, 2014].

Les wagons DOT-111 ont été mis en cause dans de nombreux accidents de marchandises dangereuses avant le funeste déraillement de Lac-Mégantic (p. ex., déraillement d'un train d'éthanol à Cherry Valley en 2009 [NTSB, 2012a]. Les présentations de Stancil [Stancil, 2012; Stancil, 2014] décrivent et illustrent en détail les lacunes dans la conception des wagons DOT-11.

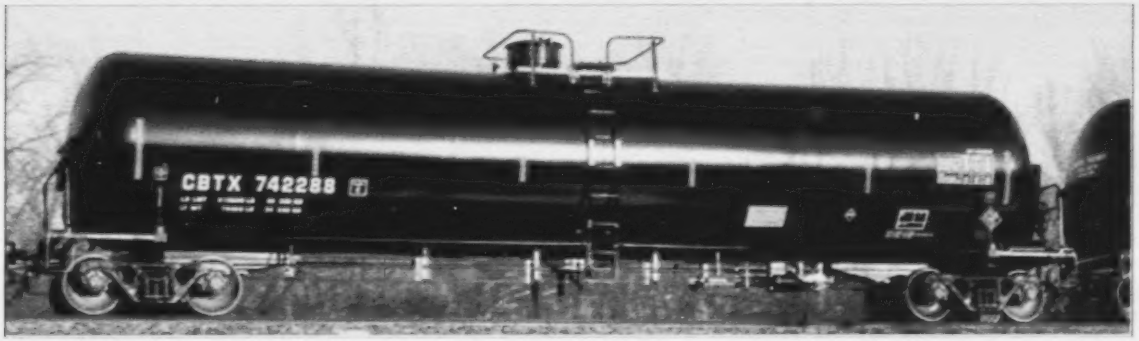


Figure 7 : Wagon DOT-111

1.8.3 Navires

Il y a deux types de pétroliers : les transporteurs de pétrole brut qui transportent des produits non raffinés, et les transporteurs de produits raffinés. Les pétroliers de pétrole brut servent surtout à transporter le pétrole brut depuis les régions productrices du Golfe persique et de l'Afrique de l'Ouest vers les raffineries d'Asie, d'Europe et des États-Unis. Les transporteurs de produits raffinés servent à transporter les produits pétroliers raffinés (p. ex., essence, diesel, kérosène, carburéacteur ou mazout) vers les marchés.

Les systèmes Average Freight Rate Assessment et Flexible Market Scale classent les pétroliers selon leur taille (voir l'Annexe C : Classification des pétroliers selon leur taille).

Les règlements de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL) exigent que tous les pétroliers construits après juillet 1996 soient pourvus d'une double coque et que les navires les plus anciens soient éliminés [MARPOL, 1992].

Au Canada, des pétroliers navettes[4] sont utilisés pour transporter le pétrole brut des champs Hibernia, Terra Nova et White Rose vers le terminal pétrolier situé à Whiffen Head (T.-N.-L.).

[4] Ce type de bâtiment est décrit comme suit : pétrolier navette à deux courbes d'étambot et deux hélices. Il est pourvu de 12 citernes à cargaison, de 2 citernes à résidus, de 13 ballasts séparés et d'un système de chargement par l'avant installé sur le pont de gaillard. La longueur est de 271,8 m et le port en lourd (tirant d'eau d'été) est compris entre 125 826,8 et 126 646,6 tonnes [Canship Ugland Limited, 2017].

1.9 Que se passe-t-il lorsque le pétrole brut est rejeté dans l'environnement?

Les activités humaines courantes (p. ex., extraction, traitement, raffinage), les rejets accidentels et les phénomènes naturels, comme les suintements de pétrole et les fosses à bitume, rejettent du pétrole brut dans l'environnement.

Le pétrole brut peut être déversé sur la terre, dans l'eau douce ou dans l'eau de mer. Les caractéristiques physiques et chimiques du pétrole interagissent alors avec celles de l'habitat où se produit le déversement.

Une fois libérés dans l'environnement, les constituants chimiques du pétrole brut empruntent les principaux **modes de migration** suivants [CB&I, 2015] :

- évaporation, volatilisation et dispersion dans l'atmosphère;
- infiltration dans le sol à proximité immédiate du rejet;
- dispersion en surface ou écoulement de surface direct, du lieu du rejet vers les ruisseaux, les rivières et les lacs, eaux côtières, avant-ports, eaux libres, fossés, milieux humides et égouts pluviaux et sanitaires;
- transport vers les eaux souterraines par lessivage à travers un sol saturé de pétrole brut.

Les modifications physico-chimiques que subit le pétrole déversé au fil du temps sont collectivement désignées par le terme « **altération** ». [ITOPF, 2014a; HSDB, 2011; ASM, 2011; API, 2011a; API, 2011b]. Divers mécanismes sont alors à l'œuvre : évaporation, dispersion, dissolution, oxydation, émulsification, étalement, biodégradation et sédimentation, y compris la formation d'agrégats d'hydrocarbures et de particules.

Ces processus individuels peuvent agir de façon simultanée et leur importance relative peut varier dans le temps. Ensemble, ces mécanismes influent sur le comportement du pétrole et déterminent son devenir ultime.

En règle générale, les hydrocarbures ayant un point d'ébullition inférieur à 200 °C s'évaporeront dans les 24 heures sous des climats tempérés [ITOPF, 2014a; ASM, 2011; NOAA, 2014].

Lorsque les composants du pétrole brut sont rejetés dans l'environnement, ils se répartissent dans divers milieux. Les composants à faible poids moléculaire peuvent se dissoudre dans l'eau ou se volatiliser dans l'atmosphère. Les fractions intermédiaires peuvent flotter et s'étaler sur l'eau, où elles peuvent former des émulsions ou encore être adsorbées par les sols et les sédiments. Les fractions visqueuses et lourdes peuvent s'agglomérer et flotter sur l'eau, couler dans l'eau ou encore adhérer aux sols et aux sédiments. La vitesse à laquelle cette répartition se produit dépend non seulement de la nature du pétrole brut, mais également de la gravité du processus d'altération auquel il est soumis [ITOPF, 2014a; ASM, 2011].

Lorsque les composants du pétrole brut se dispersent, ils peuvent subir de nouvelles transformations chimiques et physiques. Les constituants qui se retrouvent dans l'air interagiront avec les radicaux hydroxyles, l'azote et d'autres radicaux libres dans l'atmosphère et sont donc sujets à une photodégradation indirecte. Leur demi-vie dans l'atmosphère va de 0,4 jour (p. ex., le n-dodécane) à 6,5 jours (p. ex., le benzène) [ASM, 2011; NOAA, 2014].

Les pétroles bruts sont également **biodégradés**, mais la vitesse de biodégradation varie grandement et peut ne pas être assez rapide pour empêcher des dommages à l'environnement. Les facteurs qui influent sur la vitesse de biodégradation comprennent l'état physique du pétrole, sa nature chimique, la disponibilité des nutriments requis par les

microbes (p. ex., azote et phosphates), la disponibilité de l'oxygène et la température du milieu (p. ex., eau). Les composants à faible poids moléculaire peuvent se biodégrader rapidement, mais lorsque le poids moléculaire augmente, les hydrocarbures deviennent de plus en plus insolubles dans l'eau, de sorte que leur biodisponibilité est limitée. En règle générale, on considère les hydrocarbures comme étant intrinsèquement biodégradables, bien que les vitesses de dégradation des fractions plus complexes à poids moléculaire élevé puissent être très faibles [ASM, 2011; API, 2003; Bieollo, 2010].

Section 2. CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'EXPOSITION À UN DÉVERSEMENT ET AUX EFFETS SUR LA SANTÉ

Cette section donne un aperçu des principaux constituants toxiques du pétrole brut, des voies d'exposition humaines, des effets aigus ou chroniques potentiels sur la santé suite à l'exposition à un déversement ainsi que des normes et des lignes directrices sur la protection de la santé.

D'autres effets sur la santé physique liés à l'explosion ou à la combustion de pétrole brut sont présentés brièvement, de même que les répercussions sur la santé mentale des personnes ou des collectivités touchées (voir la Figure 8). Les effets sur la santé d'une exposition répétée ou prolongée (comme on peut en voir en milieu de travail) ne sont pas abordés dans le présent document. Le lecteur ayant besoin de directives médicales ou cliniques détaillées doit consulter les documents pertinents.

2.1 Quels sont les constituants du pétrole brut qui peuvent présenter un risque pour la santé humaine?

Le pétrole brut est classé comme substance chimique de composition inconnue ou variable (voir la Section 1.1).

Parmi les composants particulièrement préoccupants figurent les suivants [Levy, 2011; Goldstein, 2011; CDC, 2010a]; Eykelbosh, 2014; Crudemonitor, 2017] :

- le **sulfure d'hydrogène** (brut acide);
- les composés organiques volatils (**COV**), notamment les **alcanes**, ainsi que le **benzène**, le **toluène**, l'**éthylbenzène** et les **xylènes** (**BTEX**);
- **les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**;
- les **métaux lourds** (p. ex., mercure, vanadium, cadmium et nickel).

De plus, les **dispersants chimiques** qui sont abondamment utilisés pour fragmenter les nappes d'hydrocarbures dans l'eau [Helton, 2018]) peuvent présenter des risques pour la santé humaine soit directement, soit en raison de la modification des voies d'exposition à divers produits chimiques toxiques présents dans le pétrole dispersé et de la modification de la biodisponibilité de ces produits.[5]

2.2 Quelles sont les voies d'exposition?

Les personnes peuvent être exposées au pétrole brut (et à d'autres produits chimiques provenant du déversement) ou aux sous produits de la combustion par au moins une des voies suivantes [ATSDR, 1999; Jung, 2017; Goldstein, 2011] :

- **inhalation** de vapeurs et d'aérosols;
- **ingestion** de sol (accidentelle ou non), d'eau ou d'aliments contaminés, ingestion en raison d'un contact main-bouche ou objet-bouche, ingestion accidentelle d'aérosols de pétrole brut, y compris ceux d'abord inhalés, puis ingérés à la suite de la clairance mucociliaire;
- contact **oculaire ou cutané** direct avec du pétrole brut libre ou de la vapeur, ou contact avec de l'eau, des sols, du sable ou des sédiments contaminés ou une combinaison de ces derniers.

[5] L'utilisation des dispersants chimiques Corexit® EC9500A et Corexit® EC9580A comme agents de traitement de déversement est autorisée au Canada [GC, 2016].

L'exposition totale comprend l'exposition globale par toutes les voies, ainsi que l'exposition cumulative, qui correspond à l'exposition totale à des hydrocarbures dont la composition varie mais qui ont un mode d'action commun.

2.3 Quels sont les effets potentiels sur la santé des incidents importants mettant en cause du pétrole brut?

Les effets potentiels sur la santé humaine dus aux déversements, aux rejets, à la combustion ou aux explosions de pétrole brut englobent les effets sur la santé physique, les effets toxicologiques, les effets sur la santé mentale et les répercussions sur la santé de la collectivité (voir la Figure 8). Alors que bon nombre d'effets physiques et toxicologiques peuvent être réversibles et de courte durée [Na, 2012], les répercussions sur la santé mentale et sur la santé de la collectivité peuvent se faire sentir longtemps.

Figure 8 : Effets aigus et chroniques sur la santé humaine causés par un déversement de pétrole ayant été observés/documentés

2.3.1 Traumatismes physiques

Si une explosion ou un incendie entraîne un rejet ou découle d'un rejet, les personnes exposées peuvent subir des brûlures thermiques ou chimiques à la peau, aux yeux et aux poumons, par contact direct, de même que des lésions traumatiques, une hémorragie et un état de choc; elles peuvent aussi perdre la vie. Des explosions et un incendie ont causé la mort de 47 personnes à la suite du déraillement à Lac-Mégantic (voir Section 4.1). Les personnes exposées peuvent également inhaler de la fumée produite par la combustion du pétrole et d'autres matières se trouvant à proximité et par la volatilisation de produits chimiques toxiques présents dans l'environnement (voir Toxicologie de la combustion du pétrole).

2.3.2 Effets toxicologiques

Le produit des déversements de pétrole brut comprend une vaste gamme de composés présentant un large spectre de toxicité. Cette sous-section fournit un résumé des effets aigus sur la santé et de de cancérogénicité. Les effets chroniques non reliés au cancer, tels les effets toxiques sur la reproduction et le développement, dépassent la portée du présent document. Cependant, il est important de mentionner que certain des composés chimiques discutés ont ces propriétés toxicologiques et l'exposition humaine pourrait entraîner toute une gamme de répercussions négatives sur la santé.

Effets aigus

Une exposition aiguë peut entraîner des complications neurologiques (systèmes nerveux central et périphérique), respiratoires, gastrointestinales, dermatologiques et ophtalmologiques. Les effets sont liés à la dose, à la durée et, chez les travailleurs qui participent aux opérations de nettoyage, à l'utilisation appropriée de l'EPI [Suarez , 2005].

Dans une méta analyse de 13 études sur l'exposition aiguë à sept déversements de pétrole[6], les symptômes toxicologiques signalés, en ordre décroissant de fréquence, étaient les suivants : symptômes d'ordre respiratoire, symptômes d'ordre ophtalmologique, maux de tête, symptômes d'ordre dermatologique, nausées, étourdissements, fatigue et épuisement [Levy, 2011, voir Tableau 3] (voir aussi Annexe D : Exemples d'effets toxicologiques déclarés par suite d'une exposition aiguë au pétrole brut et Annexe E : Études épidémiologiques sur les effets physiques et physiologiques chez l'humain de l'exposition à un déversement de pétrole).

Les principaux symptômes rapportés par des travailleurs participant aux activités de nettoyage suite au déversement Deepwater Horizon (DWH) le long de la côte de la Louisiane sont illustrées à la Figure 9 [Figure 2, D'Andrea, 2014,].

Une association a été établie entre l'exposition aux dispersants, en particulier le Corexit^{MD} EC9527A ou le Corexit^{MD} EC9500A, et les effets indésirables aigus sur la santé (sensation de brûlure au nez, à la gorge, aux poumons ou aux yeux et oppression thoracique) pendant les opérations de nettoyage ainsi que, dans certains cas, pendant la période de un à trois ans qui a suivi [McGowan, 2017)][7]

Cancérogénécité

Après un rejet, la population est souvent préoccupée par le risque de cancérogenèse associé à l'exposition au pétrole brut. À ce jour,

[6] Braer, 1993; Sea Empress, 1996; Nakhodka, 1997; Prestige, 2002; Tasman Spirit, 2003; Hebi Spirit, 2007; oil company pipeline, 2000.

[7] Corexit est produit par Nalco/Exxon Energy Chemicals. La FDS pour COREXIT R A décrit le 2-butoxyéthanol (n° CAS 111-76-2), le propylène glycol (n° CAS 57-55-6) et les sels organiques d'acide sulfonique exclusifs comme des substances dangereuses [Nalco, 2014]. L'ATSDR (2010a) a discuté des exigences en matière de protection individuelle, des effets potentiels sur la santé et des traitements pour les personnes qui manipulent ou transportent Corexit pendant les opérations de nettoyage du déversement de DHW.

aucune donnée épidémiologique probante n'a permis d'établir un lien entre l'exposition au pétrole brut lors d'un déversement et des effets cancérogènes. De plus, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a déterminé qu'il existe « des preuves limitées de cancérogénicité chez les animaux de laboratoire exposés au pétrole brut » et « des preuves insuffisantes de cancérogénicité chez les humains due au pétrole brut ». Le CIRC conclut que « le pétrole brut n'est pas classifiable quant à sa cancérogénicité pour les humains (groupe 3) » [CIRC, 1989].

Cependant, certains composants du pétrole brut sont cancérogènes ou potentiellement cancérogènes.

Le **benzène** a été considéré comme un agent cancérogène possible depuis 1979 par le CIRC basée sur une association suggérée entre l'exposition au benzène et la leucémie (principalement la leucémie myéloïde) [IARC, 1979]. Le benzène a été classé Groupe 1 (cancérogène pour l'Homme) par le CIRC en 1987 citant des preuves supplémentaires de leucémie aiguë non lymphoblastique chez les travailleurs exposés au benzène [IARC, 1987]. En 2017, le CIRC a confirmé la cancérogénicité chez les humains sur la base de preuves suffisantes chez les humains et chez les animaux de laboratoires, et de fortes preuves mécanistiques. Chez les humains adultes, le benzène cause la leucémie aiguë non lymphoblastique, incluant la leucémie myéloïde aiguë. Les observations précédentes de preuves probantes limitées de leucémie lymphoïde chronique, de myélomes multiples et lymphomes non-Hodgkinien ont aussi été confirmées. Des associations positives avec l'exposition au benzène pour la leucémie myéloïde chronique et le cancer du poumon ont aussi été observées dans plusieurs études [Loomis, 2017].

L'éthylebenzène a été évalué comme un cancérogène du Groupe 2B (possiblement cancérogène chez les humains) basé surune insuffisance de preuves chez les humains mais suffisamment chez les animaux de laboratoires quant à la cancérogénicité [IARC 2000; ATSDR 2010b].

Le **toluène** a été catégorisé Groupe 3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme) avec un énoncé justificatif d'insuffisance de preuves chez les humains et celles disponibles chez les animaux de laboratoire suggèrent une absence de cancérogénicité [IARC, 1999; EPA, 2005].

Les **xylènes** ont aussi été catégorisés Groupe 3 par le CIRC [IARC, 1999; ATSDR, 2007].

Parmi les HAP présents dans le pétrole brut, le **benzo[a]pyrène** est cancérogène pour les humains (groupe 1) [CIRC, 2010] (voir CIRC 2010 pour les articles traitant d'autres HAP).

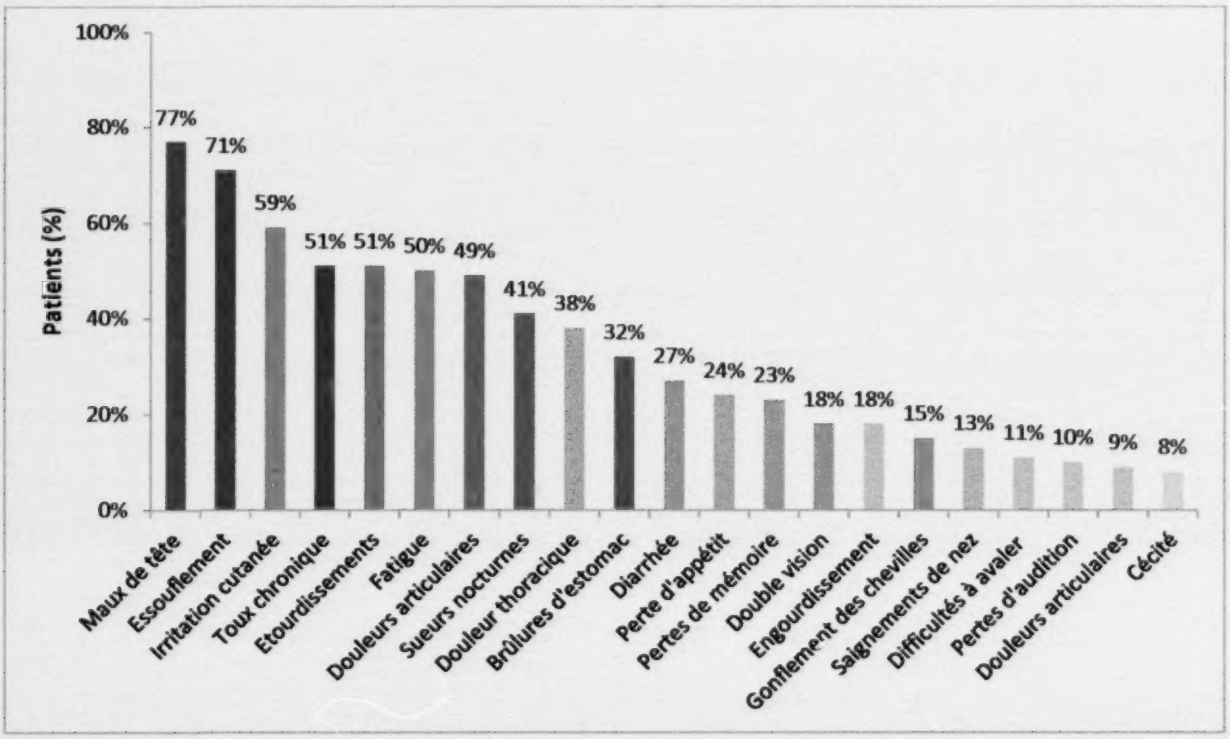


Figure 9 : Principaux symptômes subis par les travailleurs engagés dans le nettoyage du DWH le long de la côte de la Louisiane suite à l'exposition au déversement de pétroles et aux dispersants

Toxicologie de la combustion du pétrole

La combustion du pétrole brut produit habituellement de la chaleur et des nuages denses d'épaisse fumée noire. La fumée est constituée de carbone non brûlé sous forme de particules solides (suie), d'autres polluants sous forme de particules à l'état solide ou liquide, de substances volatiles sous forme gazeuse ainsi que de vapeur.

Les polluants chimiques présents dans la fumée varient selon la composition du pétrole brut et la façon dont celui-ci est brûlé. Plusieurs produits de combustion peuvent se trouver dans la fumée et ils pourraient présenter des risques importants pour la santé. Au nombre de ces produits figurent des substances sans carbone, comme des acides et des métaux (puisque d'autres particules libres restent collées à la surface de la suie), des gaz comme le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, les oxydes de soufre, les oxydes d'azote et le sulfure d'hydrogène, ainsi que des liquides et des solides sous forme de vapeur.

Généralement, la quantité de substances nocives diminuent en fonction de la distance au feu et à la fumée [Barnea, 2017; CB&1, 2015].

2.3.3 Santé mentale

Des effets sur la santé psychologique et comportementale ont été signalés, à la suite d'importants déversements de pétrole, chez les travailleurs ayant participé à des opérations de nettoyage, ainsi que dans la population exposée (voir l'Annexe F : Études épidémiologiques concernant les effets sur la santé mentale de l'exposition à un déversement de pétrole). Les effets indésirables comprennent la détresse psychologique, l'incapacité de se concentrer, les pertes de mémoire, l'anxiété, la dépression et le trouble

de stress post-traumatique (TSPT) [Palinkas, 1993; Lyons, 1999; Rung, 2016; Jung, 2017; Généreux, 2015].

Pour les résidents qui (1) ont soufferts de niveaux cliniques élevés d'anxiété et de dépression et (2) demeuraient dans les communautés côtières affectées par le déversement de pétrole DWH, la perte de revenus plutôt que le contact direct avec le pétrole était le facteur motivateur principal des effets psychologiques [Morris, 2013].

Encadré 1 : Que sont les matières particulaires?

> Les matières particules (PM) sont un mélange complexe de particules d'une taille infime et de gouttelettes liquides composées d'acides (comme de nitrates et de sulfates), de substances chimiques organiques, de métaux, et de particules de sol ou de poussière.
>
> Les PM sont séparées en deux groupes : les particules grossières inhalables (diamètre aérodynamique < 10 µm; PM_{10}) et les particules fines ($PM_{2.5}$).
>
> Les particules PM_{10} se trouvent souvent près des voies routières et des industries produisant des poussières, tandis que les particules $PM_{2.5}$ sont émises par les incendies ou peuvent se former lorsque les gaz rejetés par les sources industrielles et la combustion de carburants fossiles réagissent dans l'atmosphère.
>
> Les effets nocifs sur la santé attribués à l'exposition de courte durée aux $PM_{2.5}$ comprennent la crise cardiaque non mortelle, l'aggravation de l'asthme et la perturbation des fonctions pulmonaires.
>
> [Nance, 2015; EPA, 2017]

Il a été suggéré que les ressources mobilisées pour réduire les impacts du déversement de DHW sur la santé économique et comportementale des résidents côtiers (y compris une compensation pour la perte de revenu par British Petroleum et une augmentation des services de santé mentale disponibles) peut avoir contribué à une réduction des problèmes potentiels de santé. [Gould, 2014].

2.3.4 Répercussions sur les collectivités

La recherche épidémiologique sur les catastrophes passées a permis de voir dans quelle mesure un rejet de pétrole brut peut entraîner des répercussions sur une collectivité toute entière. Les inquiétudes au sujet de la **salubrité des aliments** et des **moyens de subsistance** figurent parmi ces répercussions [Palinkas, 1993; Goodlad, 1996].

De plus, des **bouleversement sociaux** (p. ex. éclatement des familles et effondrement des structures sociales) ont été signalés à la suite du déversement de pétrole de l'Exxon Valdez [Picou, 1992; Arata, 2000]. À la suite des déversements de l'Exxon Valdez et de la plateforme DWH, on a observé des taux plus élevés de conflits familiaux parmi les sujets exposés et leurs partenaires [Palinkas, 1993; Rung, 2016].

Les rejets de pétrole brut ont également été associés à **l'érosion culturelle**. Celle-ci se produit lorsque les pratiques et les activités traditionnelles ne peuvent se poursuivre (p. ex. destruction de sites culturels, perte d'aliments traditionnels). Finalement, les collectivités peuvent subir le **stress engendré par les contentieux**, c'est à dire l'anxiété, les conflits et le mécontentement associés au fait de devoir demander une indemnisation par des moyens juridiques [Picou, 2004; Mayer, 2015].

2.4 Quelles sont les populations qui nécessitent une attention particulière à la suite d'un déversement de pétrole brut?

Les travailleurs ayant participé aux opérations de nettoyage (professionnels et bénévoles) devraient présenter le plus grand risque d'effets physiques aigus en raison de l'exposition directe au pétrole déversé, surtout si l'EPI n'est pas utilisé correctement [Gwack, 2012; Suarez,

2005]. On en sait beaucoup moins sur les effets physiques aigus touchant la population en général, mais il convient de mentionner que ce groupe comprend des personnes plus vulnérables, telles que les personnes âgées, les femmes enceintes et les personnes atteintes de maladies chroniques, alors que les travailleurs qui participent aux opérations de nettoyage sont relativement en santé. Toutefois, comme il est expliqué aux sections 2.3.3 et 2.3.4, même lorsque la population n'entre pas en contact direct avec le pétrole déversé, il peut y avoir des effets sur la santé mentale et sur la collectivité.

Encadré 2 : Pourquoi faut il porter une attention particulière aux enfants pendant une catastrophe?

Voici les raisons pour lesquelles il faut porter une attention particulière aux enfants pendant une catastrophe :

- ils sont plus vulnérables, sur le plan physiologique, à l'exposition aux produits toxiques;
- au point où ils en sont dans leur développement, ils sont moins en mesure de communiquer leurs préoccupations ou leurs besoins d'ordre médical;
- sur le plan psychologique, ils sont moins aptes à interpréter les événements et à composer avec le stress;
- un traumatisme psychologique risque davantage d'influer sur le bien être à long terme;

Voici des mesures visant à soutenir les enfants :

- réunification immédiate de la famille, si celle-ci a été séparée;
- exposition limitée aux médias d'information afin d'éviter que la couverture en boucle ne donne l'impression à l'enfant que l'événement se poursuit ou se répète;
- reprise des activités normales dès que possible et aménagement d'espaces destinés aux enfants pour permettre à ces derniers de jouer à des jeux de leur âge avec des camarades, dans les situations d'urgence.

[CDC, 2017a]

Encadré 3 : Pourquoi les communautés autochtones sont-elles touchées différemment par les catastrophes?

Les communautés des Premières Nations ou les communautés autochtones peuvent être touchées de façon disproportionnée par des déversements de pétrole brut dans leurs territoires traditionnels en raison de plusieurs facteurs, dont les suivants :

- ***difficulté sur le plan logistique*** à fournir des services d'urgence dans les communautés éloignées ou isolées;
- ***variabilité des capacités administratives et techniques*** pouvant nuire à la participation aux activités d'intervention et de rétablissement;
- ***manque de confiance***, hérité du colonialisme, pouvant nuire à la coordination ou à la collaboration durant l'intervention et pouvant influer sur l'utilisation des services de santé;
- ***grande dépendance à l'égard des écosystèmes locaux***, pour ce qui est des aliments et d'autres ressources nécessaires au bien-être économique, socioculturel, spirituel et physique;
- existence de grandes ***inégalités sociales et inégalités en matière de santé*** pouvant rendre les communautés autochtones plus vulnérables sur le plan de la santé mentale ou physique, et moins à même de réagir.

[Eykelbosh, 2018]

Les **enfants** constituent une deuxième population dont il faut se préoccuper. Les effets sur la santé des enfants sont expliqués en détail dans les rapports publiés par Abramson,2010; Murray,2013; Osofsky,2016, et l'Institute of Medicine des États-Unis,2010 (voir les Annexe E : Études épidémiologiques sur les effets physiques et physiologiques chez l'humain de l'exposition à un déversement de pétrole et Annexe F : Études épidémiologiques concernant les effets sur la santé mentale de l'exposition à un déversement de pétrole). Des observations

d'ordre général sur la protection des enfants en cas de catastrophe sont présentées dans l'Encadré 2.

Plusieurs facteurs peuvent rendre les **communautés autochtones** plus sensibles aux effets négatifs d'un rejet de pétrole brut (voir l'Encadré 3). Pendant et après la marée noire de l'*Exxon Valdez* dans le golfe du Prince William, en Alaska, plusieurs études ont comparé les répercussions sur les communautés autochtones et les résidents non-autochtones. Parmi les Autochtones de l'Alaska, les scores de dépression étaient associés de façon significative au fait d'avoir participé aux opérations de nettoyage et d'avoir subi les effets du déversement sur les activités de chasse, de pêche et de cueillette. Les effets étaient plus marqués chez les femmes [Palinkas, 1992]. Finalement, les communautés autochtones ont subi certains des effets plus généraux mentionnés dans la section 2.3.4, notamment les bouleversements sociaux [Palinkas, 1993; Palinkas, 2004], le stress engendré par les contentieux [Picou2004] et l'érosion culturelle [Dyer , 1992].

2.5 Quelles sont les normes et lignes directrices à privilégier pour évaluer les risques pour la santé lors de l'exposition au pétrole brut?

Plusieurs organismes canadiens et américains ont établi des valeurs de référence pour l'exposition aiguë aux COV, aux HAP et aux métaux lourds présents dans le pétrole brut ainsi qu'aux autres produits chimiques et aux matières particulaires (PM) découlant de la combustion du pétrole brut.

2.5.1 Qualité de l'air

Le pétrole brut est classé comme substance chimique de composition inconnue ou variable (voir la Section 1.1). Les émissions atmosphériques dues à un déversement d'hydrocarbures brut peuvent comprendre des COV (p. ex., alcanes, benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes), des HAP et du sulfure d'hydrogène [CDC, 2010a]. Lorsque le pétrole est brûlé, les émissions atmosphériques préoccupantes comprennent des matières particulaires qui tombent du panache de fumée, des gaz de combustion, des hydrocarbures non brûlés et des composés organiques.

Santé Canada (SC) et la plupart des agences gouvernementales des États-Unis estiment que les guides de seuils d'exposition aiguë (AEGL) [EPA, 2016a] sont la valeur privilégiée pour les situations d'exposition aiguë.

Dans le programme AEGL[8], on a déterminé que 471 produits chimiques représentaient une priorité élevée; les AEGL finaux ont été déterminés pour 176 d'entre eux, des AEGL provisoires pour 84 et des AEGL ont été proposés pour 12 [EPA, 2016a].

Si on ne dispose pas de valeurs AEGL, le deuxième choix serait les valeurs Emergency Response Planning Guidelines (ERPG) [NOAA, 2018], et le troisième choix serait les valeurs Temporary Emergency Exposure Levels (TEEL) [DOE, 2016].

En l'absence de ces valeurs de référence, on pourrait envisager l'utilisation de la norme NAAQS (National Ambient Air Quality Standards), établies par l'EPA pour les polluants les plus répandus, provenant de sources nombreuses et diversifiées, et jugés nocifs pour la santé publique et l'environnement [EPA, 2016b], ou des Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA), établies pour les

[8] Voir EPA, 2001 pour une discussion sur les Procédures opératoires normalisées relatives à l'élaboration d'AEGL.

matières particulaires, l'ozone et le dioxyde de soufre [NCQAA, 2014]. Comme les valeurs AEGL, ERPG et TEEL n'ont pas été déterminées pour les matières particulaires, on pourrait utiliser les normes NAAQS ou NCQAA. Les valeurs AEGL, ERPG et TEEL pour les principaux COV et HAP qui sont rejetés dans l'air lors d'un déversement de pétrole brut sont présentées dans le Tableau 12 et le Tableau 13.

Les valeurs AEGL, ERPG, TEEL, NAAQ et NCQAA pour le sulfure d'hydrogène et les principaux polluants gazeux qui sont rejetés dans l'air à la suite de la combustion de pétrole brut déversé sont présentées dans le Tableau 14.

L'Encadré 4 décrit les valeurs de référence pour l'exposition aiguë aux polluants atmosphériques et qui peuvent être utilisées pour évaluer le risque pour la santé humaine.

Encadré 4 : Quelles sont les valeurs de référence à privilégier pour évaluer les risques pour la santé associés à l'exposition aiguë aux polluants atmosphériques?

Plusieurs valeurs de référence peuvent être utilisées pour évaluer le risque pour la santé humaine dû à l'exposition aiguë aux polluants atmosphériques. La hiérarchie recommandée des valeurs est la même que celle qui est utilisée par le département de l'Énergie (DOE) des États-Unis, pour la formulation des critères d'intervention et de protection, appelés Protective Action Criteria (PAC) [DOE, 2016] :

1. Seuils limites du Guide de seuils d'exposition aiguë (AEGL), valeurs publiées par l'EPA [EPA, 2016a].
2. Emergency Response Planning Guideline (ERPG), valeurs produites par l'American Industrial Hygiene Association (AIHA) [NOAA, 2018].
3. Temporary Emergency Exposure Limit (TEEL), valeurs élaborées par le *Subcommittee on Consequence Assessment and Protective Actions* du DOE [DOE, 2016].

Les valeurs AEGL ont été élaborées par le National Advisory Committee for the development of AEGLs pour les substances dangereuses, et elles représentent les limites d'exposition (seuils) pour le grand public (y compris les nourrissons, les enfants et les autres personnes sensibles) et sont applicables aux périodes d'exposition d'urgence allant de 10 minutes à 8 heures (10 et 30 minutes, 1, 4 et 8 heures). Trois valeurs AEGL sont définies, comme suit :

- **AEGL-1** : concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle la population générale, individus sensibles inclus, pourrait présenter des signes d'inconfort notable, d'irritation ou tout autre signe non sensoriel et asymptomatique. Ces effets sont transitoires, non invalidants et réversibles après cessation de l'exposition.
- **AEGL-2** : concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle des effets irréversibles, des effets nocifs graves ou des effets néfastes à long terme pourraient être observés au sein de la population générale, individus sensibles inclus.
- **AEGL-3** : concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle des effets potentiellement mortels ou des décès pourraient survenir au sein de la population générale, individus sensibles inclus.

Les **valeurs ERPG** ont été élaborées par le Guideline Foundation's Emergency Response Planning (ERP) Committee de l'AIHA afin d'aider le personnel d'intervention d'urgence à planifier les interventions en cas de rejets catastrophiques de substances chimiques dans la collectivité. Les valeurs ERPG constituent des valeurs guides, pour les expositions une fois par vie, à court terme (habituellement 1 heure) à des concentrations dans l'air de substances chimiques très préoccupantes présentant une toxicité élevée, et s'appliquent à la plupart des individus. Les trois valeurs ERPG sont définies comme suit :

- **ERPG-1** : concentration maximale dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sur leur santé autre que des effets mineurs et transitoires ou sans que ces individus perçoivent une odeur désagréable clairement définie.
- **ERPG-2** : concentration maximale dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sérieux ou irréversibles sur leur santé ou sans qu'ils n'éprouvent des symptômes qui pourraient les empêcher de prendre des mesures de protection.
- **ERPG-3** : concentration maximale dans l'air (ppm) sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'ils subissent ou éprouvent des effets sur leur santé susceptibles de menacer leur vie.

Les **valeurs TEEL** ont été élaborées par le DOE pour les substances chimiques pour lesquelles il n'y a pas de valeurs AEGL ou ERPG, afin que les installations du DOE puissent réaliser des évaluations des dangers en vue de la planification des interventions d'urgence (Emergency Planning Hazard Assessments - EPHA) et évaluations des conséquences pendant les interventions. Les valeurs TEEL s'appliquent à presque tous les individus et sont basées sur des concentrations limites ou des paramètres toxicologiques. Les trois valeurs TEEL sont définies comme suit :

- **TEEL-1** : concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle la population générale, individus sensibles inclus, exposée pendant plus d'une heure, pourrait présenter des signes d'inconfort notable, d'irritation ou tout autre signe non sensoriel et asymptomatique. Ces effets sont transitoires, non invalidants et réversibles après cessation de l'exposition.
- **TEEL-2** : concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle des effets irréversibles, des effets nocifs graves ou des effets néfastes à long terme pourraient être observés au sein de la population générale, individus sensibles inclus, exposée pendant plus d'une heure.
- **TEEL-3** : concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle des effets potentiellement mortels ou des décès pourraient survenir au sein de la population générale, individus sensibles inclus, exposée pendant plus d'une heure.

Tableau 12 : Valeurs AEGL et ERPG pour les principaux COV rejetés dans l'atmosphère

Substance	Durée	AEGL-1	AEGL-2	AEGL-3	ERPG-1	ERPG-2	ERPG-3
Composés organiques volatils (COV)							
Benzène (ppm) (nº CAS 71-43-2) Remarque : valeur provisoire [EPA, 2016a]	10 min	130	2 000*				
	30 min	73	1 100	5 600*			
	60 min	52	800	4 000*	50	150	1 000
	4 h	18	400	2 000*			
	8 h	9	200	990			
	Limite inférieure d'explosivité (LIE) = 14 000 ppm; * = >10 % LEL; ** = >50 % LEL Valeur AEGL-3 – 10 min = 9 700 ppm Pour les valeurs désignées comme *, des condidérations de sécurité contre le(s) danger(s) d'explosion(s) doivent être prises en compte; pour les valeurs désignées comme **, des condidérations de sécurité extrêmes contre le(s) danger(s) d'explosion(s) doivent être prises en compte. Facteur de conversion 1 ppm = 3,24 mg/m³						
Éthylbenzène (ppm) (nº CAS 100-41-4) Remarque : valeur provisoire [EPA, 2016a]	10 min	33	2 900	4 700			
	30 min	33	1 600	2 600			
	60 min	33	1 100	1 800			
	4 h	33	660	1 000			
	8 h	33	580	910			
	Facteur de conversion 1 ppm = 4,35 mg/m³						
Toluène (ppm) (nº CAS 108-88-3) [EPA, 2016a]	10 min	67	1 400*	10 000**			
	30 min	67	760	5 200*			
	60 min	67	560	3 700*	50	300	1 000
	4 h	67	310	1 800*			
	8 h	67	250	1 400*			
	Limite inférieure d'explosivité (LIE) = 14 000 ppm; * = > 10 % LIE; ** = > 50 % LIE Valeur AEGL-3 – 10 min = ** 10 000 ppm Pour les valeurs désignées comme *, des condidérations de sécurité contre le(s) danger(s) d'explosion(s) doivent être prises en compte; pour les valeurs désignées comme **, des condidérations de sécurité extrêmes contre le(s) danger(s) d'explosion(s) doivent être prises en compte. Facteur de conversion 1 ppm = 3,77 mg/m³						
Xylène (ppm) (nº CAS 1330-20-7) [EPA, 2016a]	10 min	130	2 500*	7 200**			
	30 min	130	1 300*	3 600*			
	60 min	130	920*	2 500*			
	4 h	130	500	1 300*			
	8 h	130	400	1 000*			

Substance	Durée AEGL-1 AEGL-2 AEGL-3 ERPG-1 ERPG-2 ERPG-3
	Limite inférieure d'explosivité (LIE) = 9 000 ppm; * = > 10 % LIE; ** = > 50 % LIE Pour les valeurs désignées comme *, des condidérations de sécurité contre le(s) danger(s) d'explosion(s) doivent être prises en compte; pour les valeurs désignées comme **, des condidérations de sécurité extrêmes contre le(s) danger(s) d'explosion(s) doivent être prises en compte. Facteur de conversion 1 ppm = 4,34 mg/m³

Tableau 13 : Valeurs TEEL pour les principaux COV HAP rejetés dans l'atmosphère lors d'un déversement d'hydrocarbures brut

Substance	Durée	TEEL-1	TEEL-2	TEEL-3
Acénaphtène (mg/m³) (nº CAS 83-32-9)	60 min	3,6	40	240
Acénaphthylène (mg/m³) (nº CAS 208-96-8)	60 min	10	110	660
Anthracène (mg/m³) (nº CAS 120-12-7)	60 min	48	530	3 200
Benzo(a)anthracène (mg/m³) (nº CAS 56-55-3)	60 min	0,6	120	700
Benzo(*a*)pyrène (mg/m³) (nº CAS 50-32-8)	60 min	0,6	120	700
Benzo(*k*)fluoranthène (mg/m³) (nº CAS 207-08-9)	60 min	0,019	0,2	1,2
Benzo(*ghi*)pérylène (mg/m³) (nº CAS 191-24-2)	60 min	30	330	2000
Chrysène (mg/m³) (nº CAS 218-01-9)	60 min	0,6	12	69
Dibenz(*a,h*)anthracène (mg/m³) (nº CAS 53-770-3)	60 min	0,093	1	2,9
Fluoranthène (mg/m³) (nº CAS 206-44-0)	60 min	8,2	90	400
Fluorène 9H- (mg/m³) (nº CAS 86-73-7)	60 min	6,6	72	430
Naphtalène (mg/m³) (nº CAS 91-20-3)	60 min	79	430	2 600
[DOE, 2016]				

Tableau 14 : Valeurs AEGL, ERPG, TEEL, NAAQS et NCQAA pour le sulfure d'hydrogène et les principaux polluants gazeux rejetés dans l'atmosphère lors de la combustion de pétrole brut déversé

Substance	Durée	AEGL-1	AEGL-2	AEGL-3	ERPG-1	ERPG-2	ERPG-3	TEEL-1	TEEL-2	TEEL-3	NAAQS	CAAQS
Sulfure d'hydrogène (ppm) (nº CAS 7783-06-4) [EPA, 2016a]	10 min	0,75	41	76								
	30 min	0,60	32	59								
	60 min	0,51	27	50	0,1	30	100					
	4 h	0,36	20	37								
	8 h	0,33	17	31								
	Facteur de conversion 1 ppm = 1,4 mg/m³											
Si une combustion se produit, les autres valeurs sont comme suit :												
Dioxyde de soufre (ppm) (nº CAS 7446-09-5) [EPA, 2016a]	10 min	0,2	0,75	30								
	30 min	0,2	0,75	30								
	60 min	0,2	0,75	30	0,3	3	25				0,075	
	4 h	0,2	0,75	19								
	8 h	0,2	0,75	9,6								
	Facteur de conversion 1 ppm = 2,6 mg/m³ Remarque : Une valeur NCQAA pour une heure de 70 ppb sera en vigueur en 2020, et de 65 ppb en 2025.											
Monoxyde de carbone (ppm) (nº CAS 630-08-0) [EPA, 2016a]	10 min	NR	420	1 700								
	30 min	NR	150	600								
	60 min	NR	83	330	200	350	500				35	
	4 h	NR	33	150								
	8 h	NR	27	130							9	
	NR = Non recommandé, car les personnes sensibles peuvent éprouver des effets plus sérieux (équivalant aux effets associés à la valeur AEGL-2) à des concentrations qui ne causent pas encore les effets associés à la valeur AEGL-1 dans la population générale. Facteur de conversion 1 ppm = 1,145 mg/m³											

Tableau 14 : Valeurs AEGL, ERPG, TEEL, NAAQS et NCQAA pour le sulfure d'hydrogène et les principaux polluants gazeux rejetés dans l'atmosphère lors de la combustion de pétrole brut déversé (continuée)

Substance	Durée	AEGL-1	AEGL-2	AEGL-3	ERPG-1	ERPG-2	ERPG-3	TEEL-1	TEEL-2	TEEL-3	NAAQS	CAAQS
Ozone (ppm) (nº CAS 10028-15-6)	60 min							0,091	1	10		
	8 h										0,075	0,063*
	* NCQAA pour une heure passe à 0,062 ppm en 2020											
Dioxyde d'azote (ppm) (nº CAS 10544-72-6) [EPA, 2016a]	10 min	0,50	20	34								
	30 min	0,50	15	25								
	60 min	0,50	12	20	1	15	30				0,1	
	4 h	0,50	8,2	14								
	8 h	0,50	6,7	11								
	Facteur de conversion 1 ppm = 3,70 mg/m³											
Pollution par les particules												
Chrysène (mg/m³)	24 heures										150	
PM2,5 (µg/m³)	24 heures										35	28*
	* NCQAA passera à 27 µ g/m³ en 2020											
Métaux lourds												
Nickel (mg/m³)								4,5	50	99		
Cadmium (mg/m³) (nº CAS 7440-43-9) Remarque : valeur provisoire [EPA, 2016a]	10 min	0,13	1,4	8,5								
	30 min	0,13	0,96	5,9								
	60 min	0,10	0,76	4,7								
	4 h	0,063	0,40	1,9								
	8 h	0,041	0,20	0,93								

Tableau 14 : Valeurs AEGL, ERPG, TEEL, NAAQS et NCQAA pour le sulfure d'hydrogène et les principaux polluants gazeux rejetés dans l'atmosphère lors de la combustion de pétrole brut déversé (continuée)

Substance	Durée	AEGL-1	AEGL-2	AEGL-3	ERPG-1	ERPG-2	ERPG-3	TEEL-1	TEEL-2	TEEL-3	NAAQS	CAAQS
Vapeur de mercure (mg/m³) (nº CAS 7439-97-6) Remarque : valeur provisoire [EPA, 2016a]	10 min	NR	3,1	16								
	30 min	NR	2,1	11								
	60 min	NR	1,7	8,9				0,15				
	4 h	NR	0,67	2,2								
	8 h	NR	0,33	2,2								
Vanadium (mg/m³)								3	5,8	35		

2.5.2 Qualité de l'eau potable

La présence dans l'eau potable de certains composants du pétrole brut, soit le benzène, l'éthylbenzène, le toluène et les xylènes (BTEX) ainsi que le benzo[a]pyrène, est particulièrement préoccupante. Santé Canada et le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable (SC, 2017) ont établi une concentration maximale acceptable (CMA) pour chacun de ces produits chimiques, de même que des objectifs d'ordre esthétique (voir l'Encadré 5 et le Tableau 15).

Les documents techniques associés aux différentes recommandations fournissent des renseignements supplémentaires sur l'application de ces valeurs et sur la façon dont elles ont été établies [SC, 2009; SC, 2015]

Tableau **15** : Concentrations minimales acceptables pour les BTEX et le benzo[a]pyrène dans l'eau potable

Produit chimique	CMA (mg/L)	Objectif d'ordre esthétique (mg/L)
Benzène	0,005	S.o.
Éthylbenzène	0,14	0,0016
Toluène	0,06	0,024
Xylène	0,09	0,02
Benzo[a]pyrène	0,000 04	S.o.

Des directives précises sur la mise en application des recommandations pour la qualité de l'eau potable doivent être obtenues de l'autorité compétente en matière d'eau potable du secteur visé, puisque des limites plus strictes que la CMA pourraient y avoir été fixées.

De plus, lorsqu'il est question de contaminants volatils, une attention particulière devrait être accordée à la possibilité d'une contamination des eaux souterraines.

Souvent, un léger dépassement de la CMA, occasionnel et de courte durée, ne constitue pas une grande source de préoccupation pour la santé humaine. Toutefois, l'ampleur du dépassement et le type de contaminant doivent être pris en considération.

Encadré 5 : Concentration maximale acceptable (CMA) et objectif d'ordre esthétique pour un produit chimique dans l'eau potable?

La concentration maximale acceptable (CMA) pour un produit chimique dans l'eau potable est :

- une recommandation sur l'exposition à un produit chimique, généralement établie en fonction d'une exposition pendant la vie entière (70 ans) dans le cas des substances cancérogènes;
- considérée comme assurant une protection contre les effets cancérogènes et les effets autres que cancérogènes;
- mesurable et atteignable par les technologies de traitement municipales et résidentielles.

L'objectif d'ordre esthétique pour un produit chimique présent dans l'eau potable :

- est établi lorsqu'un produit chimique peut être détecté par son odeur, son goût ou son aspect visuel;
- n'est pas établi en fonction de critères liés à la santé, mais cela n'exclut pas la possibilité qu'une valeur basée sur la santé ou une CMA ait par ailleurs été établie pour le composé en question;
- peut constituer une valeur inférieure à la CMA correspondante.

L'**Organisation mondiale de la Santé** [OMS, 2006] indique qu'il faut tenir compte des éléments suivants lorsqu'on évalue l'importance du dépassement d'une valeur recommandée :

- les données sur lesquelles repose l'établissement des valeurs recommandées;
- l'exposition locale à la substance en question par d'autres voies (p. ex. aliments, inhalation);

- toute sous-population sensible;
- mesures de protection pertinentes, à l'échelle locale, visant à empêcher le produit chimique de pénétrer dans la source d'approvisionnement en eau en cas de déversement.

Section 3. GESTION DES RISQUES POUR LA SANTÉ PUBLIQUE

Au Canada, la santé publique est une responsabilité que se partagent les trois paliers de gouvernement, en collaboration avec le secteur privé, les organisations non gouvernementales, les professionnels de la santé et le public. Cette responsabilité conjointe est davantage étendue lorsqu'on examine les domaines professionnels en cause dans la gestion des produits chimiques industriels, tout au long de leur cycle de vie. Ainsi, une approche multidisciplinaire et multisectorielle à chaque phase du continuum de la gestion des urgences (c.-à-d. la prévention, la préparation, l'intervention et le rétablissement) est donc requise pour gérer les risques pour la santé de la population et pour l'environnement qui découlent d'incidents chimiques majeurs, incluant les rejets importants de pétrole brut.

La section 3, divisée en trois sous-sections, présente plusieurs listes de vérification (aides à la prise de décision) pratiques et faciles à consulter et à imprimer séparément. Ces listes ne sont pas exhaustives.

Dans la première sous-section, vous trouverez des renseignements généraux sur les activités de prévention et de préparation que vous pouvez entreprendre, en tant que praticiens de la santé publique, pour mieux préparer votre collectivité ou votre sphère de compétence au risque de rejet de pétrole brut.

La deuxième sous-section présente des directives détaillées et des ressources disponibles pour appuyer une intervention de santé publique en cas de rejet important de pétrole brut. De plus, elle décrit les mesures de gestion de l'incident, notamment la décision d'ordonner l'évacuation ou la mise à l'abri sur place, la décontamination des personnes et le traitement immédiat ainsi que la communication de crise.

La troisième sous-section décrit la phase de rétablissement et les considérations épidémiologiques à la suite d'un accident.

3.1 Quelles activités les praticiens en santé publique peuvent-ils entreprendre pour mieux préparer leur collectivité au risque d'un rejet de pétrole brut?

Les praticiens en santé publique peuvent soutenir les initiatives locales et nationales concernant l'utilisation sécuritaire des produits chimiques dangereux, y compris le pétrole brut, ainsi que la réduction de leur utilisation, par diverses activités, telles que celles énumérées dans la Liste de vérification 1.

Liste de vérification 1 : Activités proposées pour mieux préparer les collectivités au risque d'un rejet de pétrole brut

- ☐ Déterminer si du pétrole brut est transporté par rail dans votre collectivité et, si c'est le cas, s'assurer que les services médicaux d'urgence (SMU) et le personnel responsable des matières dangereuses reçoivent l'horaire des expéditions régulières;
- ☐ Déterminer si un pipeline de pétrole brut traverse votre collectivité ou passe à proximité;
- ☐ Contribuer à l'aménagement du territoire et aux règlements de zonage afin de tenir à l'écart des raffineries de pétrole, des voies ferrées et des pipelines les infrastructures cruciales, les zones résidentielles ainsi que les populations vulnérables (c.-à-d. hôpitaux, établissements de soins de santé, établissements de soins de longue durée, écoles, prises d'eau, approvisionnements publics en eau, zones de recharge des eaux souterraines et sources d'approvisionnement en eau d'urgence);
- ☐ Appuyer les initiatives visant à interdire le transport par rail ou par route de matières dangereuses dans les zones peuplées (p. ex., par la désignation ou la construction de routes servant au transport des marchandises dangereuses et contournant les zones habitées);
- ☐ S'assurer que les SMU locaux et le personnel responsable des matières dangereuses ont la formation et l'équipement requis pour gérer les urgences mettant en cause le pétrole brut;
- ☐ S'assurer que les hôpitaux locaux et régionaux disposent de plans et des resources pour faire face aux urgences mettant en cause le pétrole brut;
- ☐ Tenir un inventaire des services médicaux disponibles, une liste d'experts et de laboratoires;
- ☐ S'assurer que toutes les collectivités disposent d'un plan de gestion et d'intervention en cas d'urgence (y compris des routes d'évacuation désignées et des abris d'urgence), et que ces plans sont régulièrement mis à jour et fassent l'objet d'exercices;
- ☐ Participer aux activités de sensibilisation de la collectivité, aux messages d'éducation et aux exercices d'interventions d'urgences;
- ☐ Avoir mis en place un plan permettant de communiquer avec les bénévoles de la collectivité, qui nécessiteront une formation et une surveillance supplémentaires s'ils désirent aider aux travaux de nettoyage après un déversement d'hydrocarbures, ainsi qu'avec les représentants de la collectivité qui ont un motif légitime d'être présents sur le site;
- ☐ Disposer d'un questionnaire sur l'exposition et l'état de santé pouvant être distribué rapidement aux personnes ayant été ou croyant avoir été exposées au cours de l'incident. Le questionnaire devrait permettre de recueillir les coordonnées de ces personnes à des fins de suivi (au besoin). Il devrait également indiquer la façon dont les données recueillies seront conservées, communiquées et utilisées (voir l'encadré 6);
- ☐ Élaborer des mécanismes de coordination et de collaboration avec les principaux intervenants en cas d'intervention;
- ☐ Contribuer à l'élaboration de politiques, lois, directives et plans concernant le transport et l'utilisation du pétrole brut;
- ☐ Bâtir une capacité et établir des mécanismes de travail pour détecter et signaler les rejets de pétrole brut et intervenir;
- ☐ Maintenir un inventaire des institutions qui ont une expertise technique et l'équipement pour surveiller les rejets d'hydrocarbures (dans l'air, l'eau et le sol) et analyser les données résultantes; Établir des relations de travail avec ces groupes;
- ☐ Élaborer des messages sur les risques pour la santé publique à l'intention du public et des fournisseurs de soins de santé locaux.

3.2 Quelles mesures doit-on prendre en cas de rejet soudain et important de pétrole brut?

En règle générale, les premiers intervenants commencent par aviser les responsables des interventions d'urgence et par mettre en branle le système de commandement en cas d'incident (voir l'Encadré 6). Les autorités de la santé publique peuvent aussi avoir besoin d'effectuer une évaluation rapide des risques pour la santé. Ces activités peuvent être soutenues par d'autres ressources spécialisées faisant partie de l'équipe de commandement en cas d'incident, notamment des spécialistes de l'industrie qui fournissent une expertise technique et opérationnelle approfondie et qui effectuent des opérations d'intervention et de rétablissement impliquant des matières dangereuses.

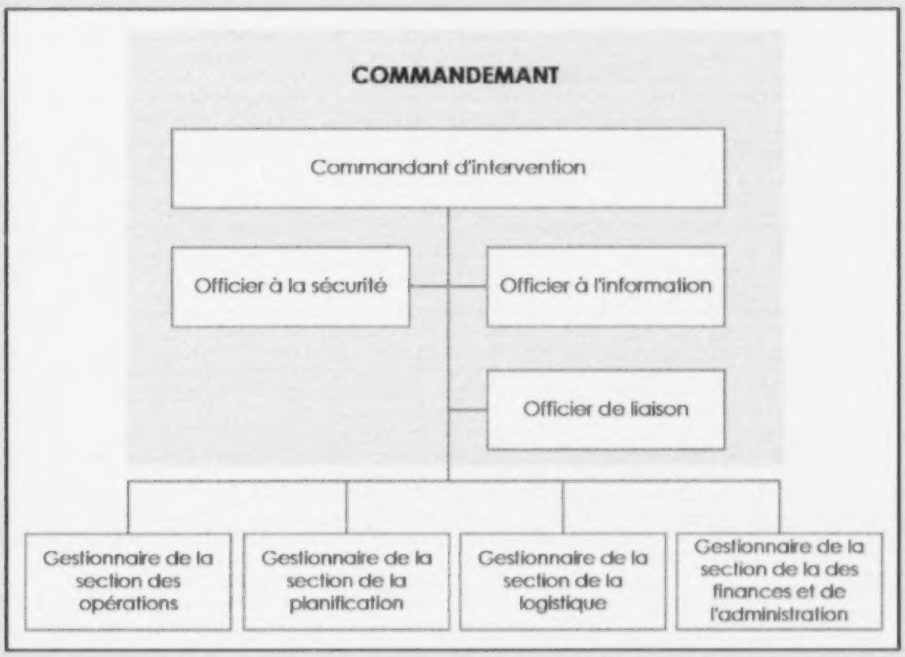
Cette sous section comprend les aides à la prise de décision suivantes :

- Liste de vérification 2 : Préoccupations relatives à la santé en cas de rejet important de pétrole brut
- Liste de vérification 3 : Interventions habituellement effectuées par les premiers intervenants, à l'échelle locale, en cas de déversement de matières dangereuses
- Liste de vérification 4 : Évaluation rapide des risques pour la santé des populations – points à considérer
- Liste de vérification 5 : Ressources globales pour guider les interventions en cas d'incident impliquant des matières dangereuses
- Liste de vérification 6 : Ressources toxicologiques et médicales spécialisées pour guider les interventions en cas d'incident impliquant des matières dangereuses
- Liste de vérification 7 : Évacuation ou mise à l'abri sur place – points à considérer
- Liste de vérification 8 : Décontamination et traitement – points à considérer
- Liste de vérification 9 : Données à recueillir auprès des participants des études de suivi

Encadré 6 : Survol du système de commandement en cas d'incident (SCI)

Le système de commandement en cas d'incident (SCI) propose un concept normalisé de gestion des incidents tous risques, sur les lieux et hors des lieux. Il est conçu pour permettre une gestion efficace et efficiente des incidents en intégrant à la fois des installations, du matériel, du personnel, des procédures et des communications fonctionnant au sein d'une structure organisationnelle commune. Il permet aux équipes de gestion d'adopter une structure organisationnelle intégrée tenant compte des complexités et des exigences liées à des incidents uniques ou multiples qui mobilisent plusieurs organismes. De plus, il englobe tout le personnel présent sur les lieux de l'incident, notamment les premiers intervenants, le personnel de la santé publique, les planificateurs des mesures d'urgence, le personnel des organismes environnementaux et des toxicologues [OMS, 2009; FEMA, 2017; OSHA, 2005]. Le SCI est recommandé par les Nations Unies (OMS, 2009) et est utilisé par de nombreux pays, comme le Canada, les États Unis et le Royaume-Uni.

LE SCI est généralement structuré de façon à faciliter les activités dans cinq secteurs fonctionnels principaux : le commandement, les opérations, la planification, la logistique, de même que les finances et l'administration. La structure type du SCI est illustrée ci-dessous [BCERMS, 2015; KMC, 2016; SCI, 2012] :



Lorsqu'une intervention est nécessaire en situation d'urgence, le SCI établit des objectifs en fonction des priorités suivantes [OMS, 2009] :

1. **sauver les vies;**
2. **stabiliser la situation;**
3. **préserver les biens.**

De la formation sur le SCI est offerte par plusieurs institutions canadiennes [NAIT, 2017; JIBC, 2016] et sous forme de cours en ligne [FEMA, 2017a; FEMA, 2017b; OSHA, 2018].

Liste de vérification 2 : Préoccupations relatives à la santé en cas de rejet important de pétrole brut

Grand public et populations vulnérables	☐ Suis-je à risque d'encourir des effets néfastes sur ma santé? ☐ Mes enfants (et mes animaux de compagnie) sont-ils à risque? ☐ Quels sont les effets sur la santé? Puis-je m'attendre à des effets différés? ☐ Que dois-je faire afin de réduire le risque de l'exposition à des produits chimiques? ☐ Puis je boire de l'eau et manger des aliments locaux? ☐ Que dois-je faire si moi ou ma famille éprouvons des effets? ☐ Comment dois je faire pour nettoyer ou éliminer de façon sécuritaire les articles contaminés par le pétrole?
Intervenants d'urgence	☐ Y a-t-il un risque d'explosion ou d'incendie? ☐ Quel équipement de protection individuelle (EPI) est requis? (voir l'Annexe H) ☐ Quels produits chimiques sont en cause? Quelle est leur identité? ☐ Quelles sont leurs propriétés toxicologiques? ☐ Comment doit-on se décontaminer?
Professionnels de la santé	☐ Quels sont les signes et symptômes types de l'exposition aux produits chimiques? ☐ Quel traitement dois-je donner? ☐ A-t-on fait des analyses d'échantillons humains aux fins de diagnostic et de traitement et où sont les résultats? ☐ Quel EPI est nécessaire? ☐ Comment et où doit-on décontaminer?
Autorités en santé publique, décideurs et représentants élus	☐ Quelles sont les mesures de protection (p. ex. évacuation ou mise à l'abri sur place) qui devraient être communiquées ou ordonnées pour réduire le plus possible l'exposition aux dangers pour la santé? ☐ Quels conseils de sécurité devrait-on donner à la population sur la consommation d'aliments et d'eau potable, les bains et les douches, la baignade, etc.? ☐ Est il nécessaire d'élaborer et de mettre en œuvre un plan de surveillance environnementale pour orienter les décisions? ☐ Si des collectivités ont été évacuées : ☐ À quel moment les personnes peuvent elles regagner leur foyer et fréquenter les espaces publics en toute sécurité? ☐ Quels tests ou vérifications doit-on faire pour garantir qu'un domicile ou un espace public peut être réintégré en toute sécurité? ☐ Y a-t-il suffisamment de données de surveillance environnementale qui permettent de conclure qu'il est sans danger de vivre dans la zone visée? ☐ Les services essentiels sont ils fonctionnels? ☐ Comment fait on pour éliminer de façon sécuritaire les aliments endommagés et les biens souillés? ☐ Quelles sont les mesures d'assainissement ou de restauration à mettre en œuvre? ☐ Devrait on créer un registre des populations exposées (public, travailleurs et travailleurs ayant participé aux opérations de nettoyage)? ☐ Des études environnementales et/ou épidémiologiques à plus long terme devraient elles être effectuées?

Liste de vérification 3 : Interventions habituellement effectuées par les premiers intervenants, à l'échelle locale, en cas de déversement de matières dangereuses

- ☐ Aviser le Centre canadien d'urgence transport (CANUTEC) (613-996-6666 ou *666 à partir d'un téléphone cellulaire) et obtenir le soutien technique de ce dernier.
- ☐ Alerter et aviser les autorités locales, régionales, provinciales et territoriales compétentes, la population, les hôpitaux, les autorités de la santé publique et environnementale et les autorités de réglementation fédérales :
  - ☐ **urgences liées aux pipelines** : le **Bureau de la sécurité des transports** (BST) (1-800-387-3557) et la compagnie de pipeline;
  - ☐ **urgences ferroviaires** : le **Bureau de la sécurité des transports** (BST) (consulter le site http://www.tsb.gc.ca/fra/incidents-occurrence/rail/index.asp pour connaître les numéros de téléphone régionaux et la compagnie de chemin de fer;
  - ☐ **incidents maritimes** : la **Garde côtière canadienne** (GCC) (consulter le site http://www.ccggcc.gc.ca/fra/Gcc/ie_rapport_incident ou composer le 1-800-387-3557) et la compagnie de transport maritime.
- ☐ Sécuriser et gérer le site.
- ☐ Mettre en place un **système de commandement en cas d'incident** (voir l'Encadré 6).
- ☐ Établir un plan initial de zonage en cas d'incident chimique.

Interventions appuyées par les autorités de la santé publique, les hygiénistes industriels, les professionnels de la santé en milieu de travail et de la sécurité aussi que les authorités réglementaires :

- ☐ Évaluer les dangers et les risques, au moyen de l'échantillonnage de l'environnement, de la surveillance, de la détection, de l'analyse et de la modélisation de la dispersion, en temps voulu, par les autorités compétentes, au besoin ou dans la mesure du possible.
- ☐ Accéder aux ressources d'appui extérieur (voir la Liste de vérification 5 et la Liste de vérification 6)
- ☐ Exécuter des interventions, sous la direction du commandant des interventions, afin de réduire le plus possible l'exposition et de protéger les populations, notamment :
  - ☐ effectuer la décontamination et le triage des victimes sur place (voir Liste de vérification 8)
  - ☐ assurer l'accès rapide à des ressources médicales adéquates (ventilation, etc.) et l'administration en temps opportun de ces ressources;
  - ☐ décider s'il faut ordonner la mise à l'abri sur place ou l'évacuation (voir la Liste de vérification 7);
  - ☐ diffuser des avis de santé (p. ex. avis sur la qualité de l'air, avis d'interdiction de boire l'eau, avis de ne pas consommer, avis de ne pas utiliser l'eau à des fins récréatives, avis de fermeture de la pêche et avis de se mettre à l'abri sur place).

Liste de vérification 4 : Évaluation rapide des risques pour la santé des populations – points à considérer

Procéder à une évaluation préliminaire :

- ☐ Que s'est-il passé?
- ☐ Quelles substances chimiques ont été rejetées ou pourraient être rejetées? Quels sont les dangers?
- ☐ Qui a été ou pourrait être exposé, et par quelles voies?
- ☐ Quels sont les symptômes et les effets potentiels sur la santé, en cas d'exposition?
- ☐ Quelles sont les populations vulnérables et où se trouvent-elles?
- ☐ Que peut-on faire pour minimiser les effets? Quelles sont les capacités dont on dispose en matière d'intervention?
- ☐ Y a-t-il des lacunes importantes dans les connaissances?

Envisager l'élargissement de l'évaluation.

- ☐ Obtenir des données sanitaires et environnementales.
- ☐ Modéliser et mesurer le transport et le devenir des matières dangereuses avec le soutien des organismes compétents (voir la Liste de vérification 5).

Caractériser le risque à partir des meilleurs renseignements actuellement disponibles

Contribuer à l'élaboration de messages de communication concernant le risque et la crise.

Liste de vérification 5 : Ressources globales pour guider les interventions en cas d'incident impliquant des matières dangereuses

- ☐ **WISER** (Wireless Information System for Emergency Responders). Système conçu pour aider les intervenants en cas d'incident impliquant des matières dangereuses (soutien pour l'identification des substances, caractéristiques physiques, renseignements sur la santé humaine et conseils sur le confinement et la suppression) (https://www.wiser.nlm.nih.gov) [en anglais seulement].
- ☐ **GMU2016** Guide des mesures d'urgence. Le GMU2016 est avant tout un guide visant à aider les premiers intervenants à déterminer rapidement les dangers précis ou généraux que présentent les matières impliquées dans les incidents et à assurer leur protection personnelle et celle de la population au cours de la phase d'intervention initiale (https://www.tc.gc.ca/fra/canutec/guide-menu-227.htm)
- ☐ **CAMEO** (Computer-Aided Management of Emergency Operations). Ensemble d'applications logicielles servant à assurer la planification et la réalisation des interventions en cas d'urgence chimique (https://www.epa.gov/cameo) [en anglais seulement].
- ☐ **NIOSH** Pocket Guide to Chemical Hazards. Renseignements sur les produits chimiques utilisés au travail et sur les dangers qu'ils présentent (https://www.cdc.gov/niosh/npg/) [en anglais seulement].
- ☐ Section de la réponse aux urgences environnementales (**SRUE**), Centre météorologique canadien (CMC) (514-421-4614); prévisions météorologiques et modélisation des rejets.
- ☐ L'Alliance canadienne des entrepreneurs en interventions d'urgence (**ACEIU**)[http://www.cerca-aceiu.ca/fr/]
- ☐ **Programme international sur la sécurité des substances chimiques** (http://www.inchem.org/)
- ☐ **Department of Health and Human Services des États-Unis**, National Library of Medicine, Disaster Information Research Center (https://disaster.nlm.nih.gov/dimrc/chemicalemergencies.html) [en anglais seulement].

Liste de vérification 6 : Ressources toxicologiques et médicales spécialisées pour guider les interventions en cas d'incident impliquant des matières dangereuses

Prise en charge médicale	☐ **Centres antipoisons.** Consulter le site http://www.capcc.ca/fr pour connaître les numéros de téléphone régionaux. ☐ **CHEMM** (Chemical Hazards Emergency Medical Management). Permet aux premiers intervenants, au personnel médical d'accueil de première ligne, aux autres fournisseurs de soins de santé et aux planificateurs d'assurer la planification, l'intervention, le rétablissement et l'atténuation des effets en cas d'incident impliquant des produits chimiques et causant un très grand nombre de victimes corporelles (https://chemm.nlm.nih.gov/index.html) [en anglais seulement]. ☐ **Medical Management Guidelines for Acute Exposures** (https://www.atsdr.cdc.gov/MMG/index.asp) [en anglais seulement]
Décontamination humaine	☐ Department of Health and Human Services (DHHS) des États Unis. **CHEMM Decontamination Procedures** (https://chemm.nlm.nih.gov/decontamination.htm) [en anglais seulement]. ☐ Department of Health and Human Services (DHHS) et Department of Homeland Security (DHS) des États-Unis. Patient Decontamination in a Mass Chemical Exposure Incident: National Planning Guidance for Communities (https://www.dhs.gov/publication/mass-decontamination-guidance) [en anglais seulement].
Qualité de l'air	☐ Environmental Protection Agency (**EPA**) des États–Unis. **Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) for airborne chemicals** (https://www.epa.gov/aegl) [en anglais seulement]. ☐ Department of Energy (DOE) des États-Unis. **Protective Action Criteria (PAC) with AEGLs, ERPGs, and TEELs: Rev. 29 for Chemicals of Concern** (https://energy.gov/ehss/protective-action-criteria-pac-aegls-erpgs-teels-rev-29-chemicals-concern-may-2016) [en anglais seulement].
Qualité de l'eau potable	☐ **Conseils concernant l'émission et l'annulation des avis de non-consommation de l'eau potable en situation d'urgence** (https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/conseils-concernant-emission-et-annulation-avis-non-consommation-eau-potable-situation-urgence.html)
Toxicologie et propriétés des matières dangereuses	☐ NIH – **NLM Toxnet** (États-Unis) (https://toxnet.nlm.nih.gov/) [en anglais seulement]; comprend la base de données **Hazardous Substances Data Bank (HSDB)**, qui fournit des renseignements sur l'exposition humaine, l'hygiène du travail, les procédures de manutention en cas d'urgence et l'évolution dans l'environnement (http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB) [en anglais seulement]. ☐ **CDC Emergency Preparedness and Response**: renseignements sur des produits chimiques précis, définitions de cas, description de syndromes toxiques, profils toxicologiques, fiches d'intervention en cas d'urgence (https://emergency.cdc.gov/chemical/) [en anglais seulement]. ☐ Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). **Profils toxicologiques :** renseignements détaillés sur les contaminants présents dans les dépôts de déchets dangereux (https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp) [en anglais seulement].

Outils Épidémiologiques	☐ **Trousse d'outils ACE :** Documents d'enquête, formulaires de consentement, matériel de formation et bases de données Epi InfoTM 7 (https://www.atsdr.cdc.gov/ntsip/ace_toolkit.html) [en anglais seulement]. ☐ **Community Assessment for Public Health Emergency Response (CASPER);** technique épidémiologique visant à fournir rapidement et à peu de frais des renseignements sur une collectivité fondés sur les ménages (https://www.cdc.gov/nceh/hsb/disaster/casper/default.htm) [en anglais seulement]. ☐ **Rapid Acquisition of Pre- and Post-Incident Disaster Data Study (Étude RAPIDD)** — protocol pré-positionné qui vise à minimiser le temps nécéssaire afin de débuter la collection de données de santé et d'échantillons biologiques des intervenants d'intervention de désastre qui ont possiblement été exposés aux contaminants environnementaux. RAPIDD inclue tous les documents et procédures nécéssaire afin de créer un régistre des travailleurs. (https://dr2.nlm.nih.gov/protocols#rapidd).

3.2.1 Évacuation et mise à l'abri sur place

Il est de toute première importance d'éliminer ou de minimiser l'exposition afin de protéger la santé d'une population à proximité de tout rejet de matières dangereuses, y compris dans le cas d'un déversement important de pétrole brut.

Après tout rejet de produit chimique qui pourrait être préoccupant pour la santé publique, les autorités sont confrontées à des choix difficiles : ordonner l'évacuation ou abriter la population sur place.

L'évacuation de masse peut sembler la mesure la plus appropriée pour protéger la santé publique, mais on doit garder à l'esprit qu'une évacuation présente des défis logistiques et que, dans de nombreux cas, elle peut mener à des situations qui accroissent l'exposition ou les risques d'autres types de dommages, comme les accidents de la route. La sécurité publique doit être la priorité première, avant toute chose.

On doit procéder à une évacuation seulement si l'avantage de quitter une zone donnée l'emporte largement sur le risque de s'abriter sur place [HMG), 2014]. Le risque associé au niveau d'exposition et à la durée de l'exposition doit être le facteur prioritaire, alors que les risques intrinsèques associés au déplacement d'un grand nombre de personnes constituent un facteur secondaire [OMS, 2009].

On entend par « abri sur place » un abri immédiat que l'on utilise pour se protéger – chez soi, au travail, à l'école ou à l'extérieur (p. ex., dans un véhicule) [CDC, 2014a; CDC, 2017b].

Cependant, chaque rejet présente ses caractéristiques propres qui influent sur la décision d'évacuer ou de s'abriter sur place (voir la Liste de vérification 7). Mieux vaut laisser cette décision au commandant des interventions, qui est plus en mesure d'évaluer les caractéristiques du rejet en cause, en collaboration avec les autorités de la santé publique.

De nombreuses autorités locales, compagnies, entreprises, établissements scolaires et institutions ont affiché sur leur site Web leurs instructions particulières concernant les abris sur place (p. ex., Emergency Management British Columbia,2014; Regional District of Nanaimo, 2014], City of Brandon, 2014et l'American Red Cross, 2014).

Liste de vérification 7 : Évacuation ou mise à l'abri sur place – points à considérer

Principaux points à considérer	☐ Le rejet a-t-il causé un incendie ou une explosion ou est-il susceptible de le faire? ☐ Y a-t-il un rejet possible, est-il en train de se produire ou est-il terminé? ☐ S'il se poursuit, peut-on y mettre fin rapidement? ☐ Si un rejet est possible, peut-on prendre des mesures pour réduire grandement la possibilité d'un rejet? ☐ Quelles sont les propriétés physiques des matières dangereuses rejetées? ☐ La matière présente-t-elle un danger toxique, inflammable ou explosif, ou une combinaison de ces dangers? ☐ Le rejet s'est-il produit dans une région rurale ou urbaine? ☐ Combien de personnes sont touchées? ☐ Quels abris sont disponibles? ☐ Peut-on évacuer les personnes en sécurité et à temps? ☐ Les prévisions météorologiques ont-elles été consultées pour estimer la dispersion des contaminants aériens pour informer les considérations reliées à l'évacuation et la mise à l'abri?
Situations dans lesquelles une évacuation est préférable à la mise à l'abri sur place, si	☐ Il y a un risque d'incendie ou d'explosion; ☐ Le secteur n'a pas encore été exposé, mais il le sera après un certain temps (p. ex. en raison d'un changement prévu de la direction du vent), lorsque le délai avant l'exposition prévue est supérieur au temps nécessaire pour effectuer l'évacuation; ☐ La durée probable de l'exposition est telle que la protection offerte par la mise à l'abri sur place peut se révéler insuffisante; ☐ Les produits chimiques sont très dispersés et la contamination est étendue et persistante. ☐ On soupçonne la présence de produits chimiques dangereux, même s'ils ne peuvent être facilement identifiés; ☐ Un produit chimique très dangereux est présent; ☐ La concentration du produit chimique dans l'air sera dangereuse pendant longtemps; ☐ Le nombre de personnes à évacuer est relativement petit; ☐ La surveillance de la qualité de l'air indique des concentrations nocives de produits chimiques dangereux (sulfure d'hydrogène, composés organiques volatils, hydrocarbures aromatiques polycycliques); ☐ La décontamination du sol prendra un certain temps. [OMS, 2009, HMG, 2014]
Directives à transmettre à la population en cas de mise à l'abri dans un bâtiment	☐ Fermer et verrouiller toutes les portes et toutes les fenêtres; ☐ Fermer le système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVAC); ☐ S'il y a un danger d'explosion, fermer les stores ou les rideaux; ☐ Avec toutes les autres personnes présentes, y compris les animaux de compagnie, se réfugier dans une pièce intérieure avec peu ou pas de fenêtres et fermer la porte; ☐ Apporter des fournitures essentielles en cas de catastrophe (p. ex., aliments non périssables, eau en bouteille, radio à pile) dans la pièce; ☐ Écouter la radio ou d'autres médias jusqu'à ce que le commandant des interventions ou l'autorité responsable déclare que la situation est maîtrisée ou ordonne l'évacuation. [CDC, 2014a; CDC, 2017b]

3.2.2 Contremesures médicales

Antidote chimique pour traiter les victimes d'une exposition au pétrole brut

Il n'y a pas d'antidote spécifique pour traiter les victimes d'une exposition au pétrole brut.

Test de laboratoire pour soutenir le diagnostic et le traitement

Il n'existe aucun test de laboratoire spécifique pour soutenir le diagnostic et le traitement. Les tests de diagnostic doivent être basés sur l'histoire clinique de la victime.

Décontamination et traitement immédiats des victimes

La Liste de vérification 8 fournit des conseils à propos de la décontamination et du traitement immédiats.

3.2.3 Communication des risques et de la crise

Pendant toutes les phases de l'accident, la santé publique doit fournir des renseignements exacts, clairs, cohérents et faciles à comprendre à la population. L'information doit être répétée sur plus d'un canal de communication (p. ex. radio, télévision, médias sociaux, documents imprimés) [OMS, 2009]. Dans des situations de catastrophe, on ne peut présumer que toutes les populations touchées auront accès à l'électricité [Genereux, 2015].

Un porte-parole avec authorité publique devrait être choisi, et il devrait être le seul à donner toutes les séances d'information. En plus de s'avérer un excellent communicateur, ce porte-parole doit être une personne digne de confiance et capable d'inspirer confiance à la population. Il doit toujours dire la vérité, même si cela l'oblige à déclarer « je ne sais pas » [OMS, 2009].

Le manuel *Crisis and Emergency Risk Communication* (**CERC**) du CDC présente des directives générales sur les communications efficaces en situation de crise. **Le manuel CERC est décrit comme « une tentative par les professionnels de la santé publique de présenter de l'information qui permet aux particuliers, aux parties intéressées et aux collectivités de prendre les meilleures décisions possibles pour leur bien-être en cas de crise ou d'urgence. »** La devise du CERC « Être les premiers, avoir raison, être crédibles » (Be First, Be Right, Be Credible) résume bien une stratégie de communication efficace [CDC, 2014b].

Le guide de la CDC *Simply Put* fournit des conseils sur la conversion d'informations scientifiques et techniques complexes en matériel de communication que les publics de toutes compétences littéraires en santé peuvent comprendre[CDC, 2009].

Un guide des bonnes pratiques (A Good Practice Guide) portant sur des communications efficaces à l'intention des autorités politiques, techniques et scientifiques intervenant dans le cas d'un accident de pollution maritime, basé sur l'expérience de l'accident du pétrolier Prestige est disponible auprès d'AMPERA [AMPERA, 2007].

Liste de vérification 8 : Décontamination et traitement – points à considérer

Décontamination

- ☐ Les victimes doivent être décontaminées avant leur transfert à l'hôpital ou à un établissement médical;
- ☐ Les victimes peuvent recevoir de façon immédiate un traitement nécessaire à leur survie, pourvu que les intervenants soient formés et outillés pour fournir le traitement sans compromettre leur propre sécurité ou aggraver l'état de la victime;
- ☐ La décontamination est nécessaire si la victime a besoin d'oxygène ou si l'utilisation d'un défibrillateur est prévue afin d'éliminer toute possibilité d'inflammation accidentelle;
- ☐ Procédure de décontamination :
  - ☐ retirer soigneusement tous les vêtements contaminés et veiller à ne JAMAIS les enlever en les faisant passer par-dessus la tête (les couper au besoin);
  - ☐ éponger le pétrole se trouvant sur la victime, en particulier sur la tête, le cou et le tronc;
  - ☐ placer les vêtements dans un sac, indiquer sur l'étiquette qu'ils sont contaminés et les conserver à l'extérieur.

[Lake, 2013; CDC, 2010b]

Traitement

- ☐ **Consulter un médecin si des symptômes se manifestent, ou en cas d'exposition avérée ou présumée.**

Exposition par voie cutanée :

- ☐ laver la surface touchée au savon et à l'eau, avec de l'huile de bébé, de la vaseline ou un nettoyant sécuritaire et d'utilisation courante, comme la pâte à nettoyer vendue dans les magasins de pièces d'automobile;
- ☐ éviter d'utiliser des solvants, de l'essence, du kérosène, du carburant diesel ou des produits similaires sur la peau. Ces produits, à base d'hydrocarbures, peuvent présenter un plus grand danger pour la santé que le pétrole lui-même.

Exposition oculaire :

- ☐ Rincer immédiatement l'œil ou les yeux à grande eau pendant 15 minutes;
- ☐ Maintenir les paupières ouvertes pour assurer l'irrigation complète de l'œil;
- ☐ Retirer et jeter les lentilles de contact, si la victime en porte, après un rinçage initial;
- ☐ Ne pas utiliser de pommade oculaire.

Exposition par ingestion :

- ☐ NE PAS FAIRE VOMIR la victime, car cela pourrait provoquer l'aspiration de pétrole brut dans les poumons;
- ☐ En cas de vomissement spontané, faire pencher la victime vers l'avant pour réduire le risque d'aspiration;
- ☐ Ne rien administrer par voie orale;
- ☐ Si la victime est somnolente ou inconsciente et vomit, la coucher sur le côté gauche, la tête penchée vers le bas;
- ☐ Surveiller toutes difficultés respiratoires.

Exposition par inhalation :

- ☐ Amener la victime à l'air frais.
- ☐ Si la victime ne respire pas, pratiquer la respiration artificielle.
- ☐ Donner de l'oxygène supplémentaire une fois la respiration restaurée.

[CDC, 2010b; DHHS, 2014; DHS, 2014]

3.3 Quelles sont les mesures pouvant favoriser le rétablissement?

Les services de santé publique ont un rôle important à jouer dans la phase de rétablissement à la suite d'un accident pétrolier important travaillant de concert avec les fournisseurs de services de santé de première ligne et avec les autres intervenants clés. La phase de rétablissement après un accident chimique comprend la surveillance de la santé, le nettoyage et le rétablissement de la situation aux conditions préaccident, dans la mesure du possible [OMS, 2009].

Initialement, pendant la phase d'intervention, les membres du milieu de la santé publique peuvent être tenus d'harmoniser les soins de santé physique et mentale requis pour traiter les victimes d'une façon efficace, compatissante et respectueuse des sensibilités culturelles. Toutefois, des soins médicaux à long terme, tant physiologiques que psychologiques, peuvent être requis pour soutenir les membres du milieu de la santé publique pendant le rétablissement. Par exemple, les victimes souffrant de brûlures et de blessures traumatiques peuvent avoir besoin de soutien pendant des mois ou des années. Les problèmes de santé mentale vécus par la population touchée, en raison de l'anxiété liée à la perte d'emploi ou de revenu et à des litiges en cours, peuvent également nécessiter des soins de longue durée.

Outre les traitements, les membres du milieu de la santé publique peuvent également aider et soutenir les efforts d'autres groupes en vue d'atténuer les besoins sociaux et économiques (p. ex., perte de revenu, recyclage professionnel) des personnes et des collectivités touchées.

Enfin, en plus de la surveillance de la population générale, les personnes qui prennent part à l'intervention (p. ex., les premiers intervenants et les équipes de nettoyage) peuvent aussi avoir besoin d'une surveillance initiale et à long terme de leur état de santé, compte tenu de leur potentiel d'exposition accrue.

Les membres des services de santé publique jouent également un rôle important dans la cueillette et l'analyse de renseignements. Cela est particulièrement important étant donné que les effets sur la santé de l'exposition aux déversements de pétrole brut sont peu connus. Les activités de cueillette de renseignements peuvent aller de la réalisation d'évaluations rapides de la santé ou de la détermination des besoins immédiats ou à plus long terme en matière de nécessités de base ou de traitement, à la réalisation d'enquêtes épidémiologiques pluriannuelles visant à comprendre les effets de l'incident sur la santé de la population.

On peut aussi demander aux professionnels de la santé publique de commenter ou de superviser les efforts de surveillance de l'environnement, puisque l'incident peut soulever des préoccupations en ce qui concerne la suffisance des pratiques normalisées ou l'importance des résultats pour la santé. Par exemple, s'assurer que le contrôle des approvisionnements en eau potable potentiellement contaminés soit suffisant et que les résultats des analyses soient communiqués aux membres de la santé publique d'une manière compréhensible et dans les meilleurs délais.

Une autre tâche essentielle, possiblement continu sur une longue période de temps, est le soutien des efforts d'assainissement et de restauration. Par exemple, les membres de la santé publique peuvent être appelés à recommander ou à commenter les objectifs de nettoyage.

Enfin, on pourrait demander aux professionnels de la santé publique de compiler des données épidémiologiques et environnementales et de participer à l'évaluation officielle des répercussions de l'incident.

Au moment où les activités passent de la phase d'intervention à la phase de rétablissement, il est absolument primordial que les autorités de santé publique analysent l'intervention en soi, déterminent les domaines à améliorer et publient les leçons apprises. Bien que l'on reconnaisse que les professionnels de la santé publique doivent souvent faire face à une lourde charge de travail en raison des tâches régulières qui sont suspendues pendant l'intervention, une description détaillée et accessible au public de l'intervention en cas d'incident est inestimable pour orienter les incidents futurs sur le même territoire ou sur d'autres territoires. Cela permet également de rendre des comptes et d'assurer la transparence dans les communications avec le public.

Enfin, les autorités de santé publique ont la possibilité d'utiliser les connaissances acquises lors d'une situation d'urgence en préconisant le changement, tant à l'interne, en donnant suite aux « leçons apprises », qu'en faisant valoir et en appuyant la réglementation visant à prévenir ou à atténuer les répercussions d'incidents futurs.

3.3.1 Études de suivi sur la santé de la population – points à considérer

Au cours des phases d'intervention et de rétablissement suivant un incident chimique important, notamment le rejet d'une grande quantité de pétrole brut, le milieu de la santé publique voudra peut être mener des travaux de recherche en santé publique environnementale, notamment en caractérisant le niveau de contamination de l'environnement (air, eau et sol), l'exposition des populations touchées et leurs effets sur la santé. Ces études peuvent être un outil très précieux pour la santé publique [OMS, 2009]. Parmi les avantages à considérer figurent les suivants :

- Fournir des données sur les effets réels à court et à long terme d'une ou de plusieurs substances chimiques sur une population humaine donnée;
- Fournir des données sur l'efficacité de diverses contre-mesures médicales employées (p. ex., médicaments, décontaminants, systèmes de soutien), et permettre de déterminer ce qui est efficace et ce qui ne l'est pas;
- Indiquer les besoins réels ou potentiels de soins constants (physiologiques et psychologiques);
- Identifier les besoins supplémentaires des collectivités touchées (perte d'emploi, recyclage professionnel, hébergement);
- Aider les demandeurs à obtenir des indemnisations pour les dommages causés à leur santé;
- Contribuer à la connaissance scientifique sur les résultats pour la santé des incidents chimiques (p. ex. études étiologiques des résultats pour la santé, compréhension des mécanismes des maladies).

Les autorités de la santé publique qui prévoient réaliser une étude de suivi doivent clairement définir les objectifs de l'étude et elles doivent avoir les ressources requises (effectif, installations, finances) pour entreprendre une étude couvrant plusieurs années. Si les autorités médicales n'ont pas les ressources ou la surveillance éthique requises, elles pourraient envisager de faire l'étude en partenariat avec un établissement universitaire, un ministère ou une administration publique (au niveau fédéral, provincial, territorial ou municipal) ou un autre groupe dont les champs d'intérêt sont similaires (sur le plan national ou international) [OMS, 1997].

Les études de suivi devraient comprendre les populations suivantes :

- les victimes manifestes de l'accident;

- les personnes qui estiment avoir été exposées, mais qui ne présentent aucun signe clinique;
- les intervenants;
- les équipes de nettoyage;
- les populations potentiellement vulnérables ou touchées différemment (p. ex., les enfants, les aînés, les fumeurs, les personnes autochtones);
- des groupes témoins présentant le même profil, mais qui n'auraient pas pu être exposés et qui ne prétendent pas l'avoir été.

La large participation des populations touchées et leur rétention au cours de l'étude sont essentielles. À cette fin, on peut recourir à diverses mesures d'encouragement :

- assurer les participants que leurs renseignements confidentiels seront protégés;
- expliquer clairement la nécessité de l'étude et les avantages qu'elle apportera à eux et à leur collectivité;
- parrainer des activités communautaires qui font la promotion de l'étude;
- offrir aux participants une modeste rémunération (p. ex., cadeaux en argent, prix) et couvrir les dépenses encourues;
- donner aux participants l'accès à leurs renseignements personnels (p. ex. les résultats de toutes analyses sanguine ou des tissus réalisées);
- informer les participants de façon continue sur la progression de l'étude, par l'intermédiaire de bulletins, d'un site Web, etc.

La collecte de bonnes données de base est essentielle. Tous les participants doivent fournir des antécédents détaillés sur leur santé ainsi que des renseignements sur leur mode de vie, leur occupation et les facteurs liées au milieu de travail qui pourraient générer des facteurs de confusion.

Les renseignements qui doivent être obtenus auprès des personnes ayant été exposées, ou qui estiment avoir été exposées, sont précisées dans la Liste de vérification 9 [Levy, 2010; OMS, 2009].

Les données doivent être recueillies auprès des personnes exposées (réellement ou censément) le plus tôt possible après l'exposition. Les tests physiologiques doivent également être réalisés aussitôt que possible [OMS, 2009].

Les données sur les équipes de nettoyage doivent comprendre des essais et des examens physiques réalisés avant l'exposition potentielle et après une exposition potentielle (voir la référence NIOSH, 2010b, qui présente un plan d'évaluation préembauche, pour obtenir des renseignements médicaux sur les travailleurs avant qu'ils ne commencent leur travail d'intervention dans une situation de déversement d'hydrocarbures).

Enfin, on doit obtenir des données et réaliser des essais périodiquement sur tous les participants afin de surveiller si des modifications surviennent dans leur état physiologique et psychologique.

Le NEIHS GULF STUDY sur la santé des travailleurs et des volontaires qui ont participé au nettoyage de la marée noire causée par le DHW en 2010, dans le golfe du Mexique, est un exemple d'étude continue. Cette recherche, dirigée par le NIEHS, avec l'appui de nombreux groupes communautaires locaux, « vise à trouver des réponses aux questions qui intéressent les travailleurs préposés au nettoyage et les collectivités touchées » [Sandler, 2014; NIH, 2017].

Les études de suivi sur la santé psychologique des résidents de Lac-Mégantic se poursuivent (voir l'étude de cas 1). [Généreux, 2015; Généreux, 2016; Vision, 2016; Santeestrie, 2017].

La Liste de vérification 6 fournie des liens pour des outils de recherche en épidémiologie.

Liste de vérification 9 : Données à recueillir auprès des participants des études de suivi

- ☐ Endroit exact où se trouvait le participant au moment du rejet et pendant toute la durée du rejet.
- ☐ Durée de la période pendant laquelle le participant se trouvait dans la zone dangereuse.
- ☐ Type d'activité réalisée par le participant pendant l'exposition.
- ☐ Toute protection que le participants pouvait porter dans la zone dangereuse (p. ex., vêtements, EPI, abri).
- ☐ Décontamination : le participant s'est-il nettoyé ou décontaminé lui-même?
- ☐ Tout symptôme ressenti (p. ex. brûlure, démangeaisons) pendant l'exposition, et la durée de ces symptômes.
- ☐ État de santé actuel du participant.
- ☐ Problèmes de santé antérieurs et actuels.
- ☐ Allergies.
- ☐ Consommation antérieure et actuelle d'alcool, de tabac et de drogues à usage récréatif.
- ☐ Médicaments utilisés au moment de l'exposition et par la suite.
- ☐ Autres expositions liées à des passe-temps (p. ex., exposition à des composés organiques volatils), à des activités récréatives et à domicile (p. ex., utilisation d'une génératrice diesel).
- ☐ Expériences traumatisantes (comme la perte d'un proche, d'un logement, d'un emploi, etc.).

[Levy, 2010; OMS, 2009]

Section 4. ÉTUDES DE CAS

De nombreux accidents se sont produits pendant le transport de pétrole brut. On trouve dans le Tableau 16 quelques-uns des accidents qui ont mené à des modifications importantes de la réglementation au Canada et à l'étranger.

Accidents ferroviaires

On trouve à l'Annexe I : Déraillements impliquant du pétrole brut au Canada et au États-Unis depuis le déraillement de Lac Mégantic la description des récents accidents ferroviaires impliquant le transport de pétrole brut au Canada et aux États-Unis. Le déraillement survenu à Lac-Mégantic le 7 juillet 2013 est l'accident le plus important mettant en cause du pétrole brut de l'histoire du Canada; il est décrit dans l'étude de cas 1 et la Section 4.1.

Accidents de pipelines

On trouve à l'Annexe J1 : Principaux déversements de pétrole brut mettant en cause un pipeline au Canada les détails sur les récents accidents de pipelines au Canada et aux États-Unis mettant en cause du pétrole brut et les accidents internationaux à l'Annexe J2 : Principaux déversements de pétrole brut dans le monde mettant en cause un pipeline, un réservoir de stockage ou un puits continental. L'accident de pipeline survenu en 2010 à Marshall (MI) est décrit dans l'étude de cas 2.

Déversements en mer

Une liste de déversements d'hydrocarbures par des navires figure à l'Annexe K : Liste des principaux déversements de pétrole brut – navires. Une liste des principaux déversements de pétrole brut impliquant des plateformes de forage figure à l'Annexe L : Liste des principaux déversements de pétrole brut – plateformes de forage.

Deux accidents récents en Colombie-Britannique (incident du Marathassa en avril 2015 et l'échouement du Nathan E. Stewart, chenal Seaforth, en octobre 2016) mettant en cause du mazout et du diésel, ont soulevé des inquiétudes quant à l'expédition de pétrole brut dans des régions environnementales sensibles ou des zones fortement peuplées. Ils sont présentés dans les études de cas 3 et 4, respectivement.

Tableau 16 : Rejets de pétrole brut ayant entraîné des modifications importantes de la réglementation

Accidents	Date	Endroit	Description	Modification
Lac-Mégantic	6 juillet 2013	Lac-Mégantic, Québec	Un train parti à la dérive, composé de 72 wagons transportant du pétrole brut Bakken s'est écrasé, et 63 wagons ont déraillé et explosé dans le centre de la ville, provoquant un incendie massif; 47 personnes sont mortes, la moitié du centre-ville a été détruite, et quelque 5,6 millions de litres de pétrole brut ont été rejetés.	Voir la Section 4.1
Deepwater Horizon (DWH) (éruption de Macondo)	20 avril 2010	Golfe du Mexique	Un incendie et des explosions se sont produits sur la plateforme de forage semi-submersible *Deepwater Horizon*. La plateforme a coulé; l'éruption depuis le fond marin a duré pendant 87 jours, jusqu'à ce que le puits soit recouvert, le 15 juillet 2010, et scellé, le 19 septembre 2010; 11 personnes sont mortes, 17 ont été blessées, dont trois qui étaient dans un état critique. Rejet estimé total de 4,9 millions de barils; superficie touchée de 2 500 à 68 000 milles carrés; coût total de 61,6 milliards de dollars (juillet 2016) [Mufson, 2016]; poursuites en cours [National Commission, 2011].	Nouveaux règlements et règles de sécurité
Exxon Valdez	24 mars 1989	Détroit de Prince William (Alaska)	Un superpétrolier s'est échoué sur le récif de Bligh. Onze des 18 citernes ont été endommagées et quelque 35 000 tonnes de brut Alaska North Slope s'en sont échappées; 1 800 km de côte ont été touchés; plus de 36 000 oiseaux et plus de 1 000 loutres de mer sont morts; Exxon Mobil a payé $3.5 milliards pour les coûts de nettoyage et $5 milliards pour les règlements juridiques et financiers. La poursuite judiciaire pour les dommages causés aux ressources naturelles est encore en cours [ARLIS, 2017; Macalister, 2010].	La modification dite de la « double coque » du 6 mars 1992 a été votée et promulguée pour tous les bâtiments construits après le 6 juillet 1996 (Convention MARPOL, règle 13F); USA Oil Pollution Act, 1990 [EPA, 1990].
Torrey Canyon	18 mars 1967	Près de Lands End, Cornwall (Grande-Bretagne)	Un pétrolier s'est échoué sur Pollard's Rock, qui fait partie du récif de Seven Stones; quelque 119 000 tonnes de pétrole brut koweïtien ont été perdues en mer ou brûlées; plus de 15 000 oiseaux de mer sont morts; bon nombre des effets néfastes du déversement ont été ultérieurement associés au volume important, à la concentration élevée et à la grande toxicité des dispersants et des détergents utilisés [ITOPF, 2014b].	Cet accident a amené la France, la Grande-Bretagne et l'Europe à établir les premières politiques de prévention et d'intervention en cas de déversements causant de vastes marées noires.

4.1 ÉTUDE DE CAS (accident ferroviaire) : Déraillement de Lac-Mégantic, 6 juillet 2013

À 22 h 50, heure avancée de l'Est (HAE), le 5 juillet 2013, un train (MMA-002) de la Montreal, Maine, and Atlantic Railway (MMA) est arrivé à Nantes (Québec), transportant 7,7 millions de litres de pétrole brut (UN 1267) dans 72 wagons-citernes de catégorie 111. Le mécanicien a garé le train sur une pente descendante sur la voie principale. Il a serré les freins à main des cinq locomotives et de deux autres wagons, et a coupé le moteur de toutes les locomotives sauf la locomotive de tête, et il a quitté les lieux. Le train était alors retenu par les freins à main et les freins à air de la locomotive de tête. Peu de temps après le départ du mécanicien, le service d'incendie de Nantes a répondu à un appel au service 911 signalant un incendie à bord du train. Les pompiers ont éteint l'incendie et arrêté la locomotive principale. La pression d'air a diminué lentement dans les freins à air. Juste avant 1 h du matin, la pression d'air avait baissé à un point tel que l'effort jumelé des freins à air de la locomotive et des freins à main ne pouvait plus retenir le train, et ce dernier a commencé à descendre la pente vers Lac-Mégantic, à juste un peu plus de sept milles de là [BST, 2014a].

Alors qu'il dévalait la pente, le train a pris de la vitesse, atteignant une vitesse de 105 km/h. Il a déraillé près du centre de la ville à environ 1 h 15. Cinquante-neuf des 63 wagons-citernes déraillés ont été endommagés, et bon nombre d'entre eux ont été éventrés, ce qui a donné lieu au déversement du pétrole brut (voir BST, 2014 b, tableau 3, photos 16 à 23). Environ 6 millions de litres de pétrole brut se sont rapidement déversés. L'incendie, qui a duré près de deux jours, s'est déclaré presque immédiatement, et la conflagration et les explosions qui s'en sont suivies ont fait 47 morts. Quelque 2 000 personnes ont dû être évacuées. Quarante immeubles et 53 véhicules ont été détruits [BST, 2014b]. Cent quinze commerces ont été détruits, déplacés ou rendus inaccessibles [RC, 2013].

Les opérations de récupération et de nettoyage des hydrocarbures ont commencé dès que l'incendie a été éteint et que le site a été stabilisé, soit environ deux jours après le déraillement. Quelque 740 000 litres de pétrole brut ont été récupérés des wagons déraillés. Le pétrole brut s'est infiltré dans les réseaux d'égouts sanitaires et pluviaux de la ville par les regards (d'égouts). On estime que 100 000 litres de pétrole brut se sont retrouvés dans le lac Mégantic et la rivière Chaudière par l'écoulement de surface, les infiltrations souterraines et les réseaux d'égouts. Environ 31 hectares de terre ont été contaminés [BST, 2014b].

Intervention en santé publique

Les mesures prises par la Direction de la santé publique (DSP) des Cantons de l'Est, en étroite collaboration avec les organismes communautaires, au cours de la phase d'impact de l'intervention d'urgence (juillet-août 2013) comprenaient les suivantes : fournir les services directs nécessaires pour protéger les citoyens et les intervenants sur place contre les risques pour la santé (p. ex. l'exposition à des agents chimiques, physiques et biologiques); procéder à des évaluations des risques pour les intervenants sur place et les travailleurs participant aux opérations de nettoyage, notamment les pompiers, les agenst de police, les membres des équipes de décontamination, les spécialistes du transport ferroviaire et les entrepreneurs; lancer des enquêtes épidémiologiques et communiquer les risques au grand public et aux travailleurs en cas de catastrophe [Généreux, 2015].

Pendant la phase des opérations de récupération, soit de septembre 2013 à aujourd'hui, la DSP a mis en œuvre un système de surveillance local axé sur les enjeux de santé liés au déraillement du train, pour faire le suivi des conséquences éventuelles de la tragédie et a réalisé la première enquête sur la santé de la population (2014) [Généreux, 2015]. La deuxième enquête (2015) a montré que 67 % des résidents de Lac-Mégantic continuent de souffrir d'un stress post-traumatique « modéré à grave » et qu'une personne sur six avait augmenté sa consommation d'alcool [Généreux, 2016; Vision, 2016; Peritz, 2016]. La troisième enquête (2016) a révélé que (1) la population souffre encore des conséquences de la tragédie, en particulier les personnes les plus exposées, ainsi que celles qui éprouvent des difficultés à composer avec la perte d'un être cher; (2) la santé psychologique est stable et montre même une certaine amélioration; et (3) l'utilisation des services médicaux et psychosociaux est à la hausse [Santeestrie, 2017].

Surveillance environnementale et restauration

Le ministère de l'Environnement du Québec a immédiatement déployé un laboratoire mobile pour mesurer la qualité de l'air. Des concentrations élevées d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), d'oxyde d'azote et de particules totales en suspension (PTS) ont amené le médecin hygiéniste à ordonner l'évacuation de 1 000 personnes se trouvant sous le vent du site de la catastrophe [Genereux, 2015].

Les réseaux d'approvisionnement en eau municipaux qui utilisaient la rivière Chaudière ont été obligés de trouver d'autres sources [Millette, 2014a].

Les travaux initiaux étaient axés sur la prévention de la propagation de la contamination par des voies préférentielles (p. ex., les égouts) dans les cours d'eau [Millette, 2014b]. Des stations d'échantillonnage des eaux de surface et des sédiments ont été installées sur le lac Mégantic et la rivière Chaudière [Millette, 2014b; Galvez-Cloutier, 2015]. Les sols contaminés ont été identifiés, principalement dans la zone d'impact et les fondations des bâtiments [Millette, 2014b.

Les mesures d'assainissement après la situation d'urgence comprenaient l'enlèvement et le traitement de 135 000 tonnes métriques de sol contaminé, le nettoyage ou le remplacement des égouts pluviaux, le traitement de 62 millions de litres d'eau souterraine pour enlever le pétrole, et l'enlèvement des sédiments de la rivière Chaudière [Marcotte, 2015]. Le sol contaminé a été enlevé de la voie ferrée et celle-ci a été reconstruite à l'emplacement original [Millette, 2014b]

Trois stations mobiles de surveillance continue des particules (PM_{10}) et des composés organiques volatils (COV) ont été installées en périphérie du site pendant les travaux d'assainissement [Marcotte, 2015].

Recommandations de sécurité

En 2014, le Bureau de la sécurité des transports (BST) a émis des recommandations dont il surveillera la conformité (BST, 2014a).

R14-01 (janvier 2014)	Des normes de protection renforcées **doivent** être mises en place pour les wagons-citernes de catégorie 111.
R14-02 (Janvier 2014)	Les compagnies ferroviaires devraient procéder à la planification stratégique des itinéraires et améliorer l'exploitation de tous les trains qui transportent des marchandises dangereuses.
R14-03 (Janvier 2014)	Des plans d'intervention d'urgence (PIU) **doivent** être élaborés lorsque de grandes quantités d'hydrocarbures liquides, comme le pétrole, sont acheminées.
R14-04 (Août 2014)	Les compagnies ferroviaires canadiennes **doivent** mettre en place des moyens de défense physiques additionnels pour empêcher les trains de partir à la dérive.
R14-05 (Août 2014)	Transports Canada **doit** jouer un rôle plus actif à l'égard des systèmes de gestion de la sécurité des compagnies ferroviaires, en s'assurant non seulement qu'ils existent, mais qu'ils fonctionnent et qu'ils sont efficaces.

Questions juridiques

MMA a présenté une demande de protection en vertu de la *Loi sur les faillites* [CBC, 2013a; CBC, 2013b].

L'ingénieur, le gestionnaire des opérations du train et le contrôleur du trafic de la ligne ferroviaire ont été en cours de justice et déclarés non-coupable aux 47 chefs d'accusation de négligence criminel causant la mort [Latramboise, 2018].

Six personnes employées par la compagnie ferroviaire au moment de l'accident et les deux compagnies en cause sont également inculpées, chacune en vertu de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* pour ne pas s'être assurées que les freins avaient été correctement appliqués sur le train avant qu'il soit laissé seul, sans surveillance, pendant la nuit. Une poursuite en vertu de la *Loi sur les pêches* portant sur l'écoulement de pétrole brut dans le lac Mégantic et la rivière Chaudière après l'accident a également été déposée [CBC News, 2015].

Un règlement de 446 millions de dollars CDN a été convenu pour les victimes de la catastrophe [Sharp, 2015]. Un total de 113 millions de dollars a été versé pour des réclamations de décès causés par la faute d'autrui [Presse canadienne, 2016].

Un recours collectif contre World Fuel Services et le Canadien Pacifique a été autorisé [Presse canadienne, 2015].

Le gouvernement du Québec a déposé une réclamation de 400 millions de dollars contre MMA pour couvrir les coûts estimatifs du nettoyage et de la reconstruction [Woods, 2014].

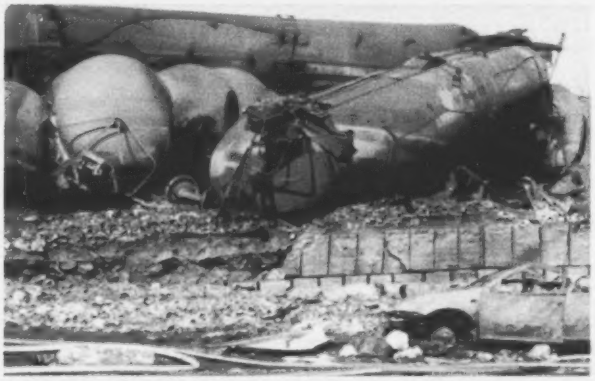
Le gouvernement du Québec poursuit le CP pour des dommages et intérêts de 409 millions de dollars [CBC, 2015b].

Causes et facteurs contributifs

Les conclusions du Bureau de la sécurité des transports concernant les causes et les facteurs contributifs au déraillement de Lac-Mégantic sont présentées à la section 4.1 et à la Figure 11 [BST, 2014b].

Remarque : Le BST a placé sur YouTube une animation de l'accident du train de MMA à Lac-Mégantic, le 6 juillet 2013 [BST, 2014c]. Lacoursiere, 2015 présentent une évaluation technique des leçons apprises.

Credit: Paul Chiasson/Canadian Press



Credit: Sûreté du Québec

Credit: Transportation Safety Board R13D0054

Credit: Vancouversun.com

Figure 10 : Déraillement de Lac-Mégantic

Constatations du Bureau de la sécurité des transports au sujet du déraillement de Lac-Mégantic[9]

Dans son rapport, le BST présente 18 constatations concernant les causes et facteurs contributifs au déraillement de Lac-Mégantic (voir la Figure 11) (BST, 2014a; BST, 2014d).

1. Le MMA-002 (le train) a été garé sans surveillance sur la voie principale, sur une pente descendante, et l'immobilisation du train dépendait d'une locomotive qui n'était pas en bon état de fonctionnement.
2. Les 7 freins à main qui ont été serrés pour immobiliser le train n'étaient pas suffisants pour retenir le train sans l'effort de freinage additionnel fourni par les freins indépendants de locomotive.
3. L'essai de l'efficacité des freins à main n'a pas été effectué correctement pour confirmer si l'effort de freinage était suffisant pour empêcher tout mouvement, et aucun moyen de défense physique additionnel n'était en place pour empêcher le mouvement involontaire du train.

[9] Rapport disponible à http://www.tsb-bst.gc.ca/fra/rapports-reports/rail/2013/r13d0054/r13d0054.pdf

4. Malgré des indices importants des ennuis mécaniques de la locomotive de tête, le mécanicien de locomotive et le contrôleur de la circulation ferroviaire de Bangor (Maine) ont convenu qu'aucune mesure corrective immédiate ne s'imposait, et la locomotive a été laissée en marche pour maintenir la pression d'air dans le train.
5. La défaillance de la réparation non standard qui avait été apportée au moteur de la locomotive de tête a permis à l'huile de s'accumuler dans le turbocompresseur et dans le collecteur d'échappement, ce qui a entraîné un incendie.
6. Lorsque le moteur de la locomotive a été coupé pour combattre l'incendie moteur, aucune autre locomotive n'a été mise en marche et, par conséquent, les freins indépendants n'ont plus été alimentés en air. De plus, le moteur des locomotives munies d'un système de démarrage automatique a été coupé et la pression n'a donc pu être maintenue lorsque l'air a commencé à s'échapper du circuit de freins à air.
7. Le câblage du dispositif de veille automatique de la locomotive de tête n'avait pas été installé de façon à déclencher un freinage de service lorsque les disjoncteurs du panneau électrique arrière étaient ouverts.
8. Parce que l'air s'est échappé du train à un rythme d'environ 1 livre par pouce carré à la minute, le débit n'était pas suffisant pour déclencher le serrage des freins automatiques.
9. Lorsque l'effort de freinage fourni par les freins indépendants est passé à environ 97 400 livres, de sorte que l'effort de freinage global qui s'exerçait sur le train n'était plus que de 146 000 livres environ, le train a commencé à se déplacer.
10. La vitesse élevée du train alors qu'il franchissait la courbe à proximité du branchement de Mégantic Ouest a causé le déraillement du train.
11. La coque du tiers environ des wagons-citernes déraillés a été éventrée, déversant rapidement de grandes quantités de pétrole brut très volatil, qui s'est enflammé et a formé de vastes boules de feu et un feu en nappe.
12. La formation offerte et la surveillance exercée par la Montreal, Maine & Atlantic Railway n'étaient pas suffisamment efficaces pour s'assurer que les membres d'équipe comprenaient et respectaient les règles relatives à l'immobilisation des trains.
13. Lorsqu'elle a apporté des changements opérationnels importants à l'échelle de son réseau, la Montreal, Maine & Atlantic Railway n'a pas cerné ni géré rigoureusement les risques en vue d'assurer l'exploitation en toute sécurité.
14. Il manquait des éléments clés dans le système de gestion de la sécurité de la Montreal, Maine & Atlantic Railway, et d'autres éléments n'étaient pas utilisés efficacement. Par conséquent, la Montreal, Maine & Atlantic Railway n'avait pas un système de gestion de la sécurité qui fonctionnait pleinement en vue de la gestion efficace des risques.
15. La faible culture de sécurité de la Montreal, Maine & Atlantic Railway a contribué à la perpétuation de conditions et de pratiques dangereuses, et a compromis la capacité de la Montreal, Maine & Atlantic Railway de gérer efficacement la sécurité.
16. Même s'il savait que la Montreal, Maine & Atlantic Railway avait apporté des changements opérationnels importants, Transports Canada n'a pas exercé une surveillance réglementaire adéquate pour s'assurer que les risques connexes étaient bien gérés.

17. Le bureau de la région du Québec de Transports Canada n'a pas assuré un suivi pour veiller à ce que les lacunes de sécurité qui se répétaient à la Montreal, Maine & Atlantic Railway soient analysées et corrigées efficacement, de sorte que des pratiques dangereuses se sont perpétuées.
18. Le nombre et la portée limités des vérifications des systèmes de gestion de la sécurité effectuées par le bureau de la région du Québec de Transports Canada, ainsi que l'absence d'une procédure de suivi visant à s'assurer que les plans de mesures correctives de la Montreal, Maine & Atlantic Railway avaient été mis en œuvre, ont contribué au fait que des faiblesses systémiques du système de gestion de la sécurité de la Montreal, Maine & Atlantic Railway n'ont pas été corrigées.

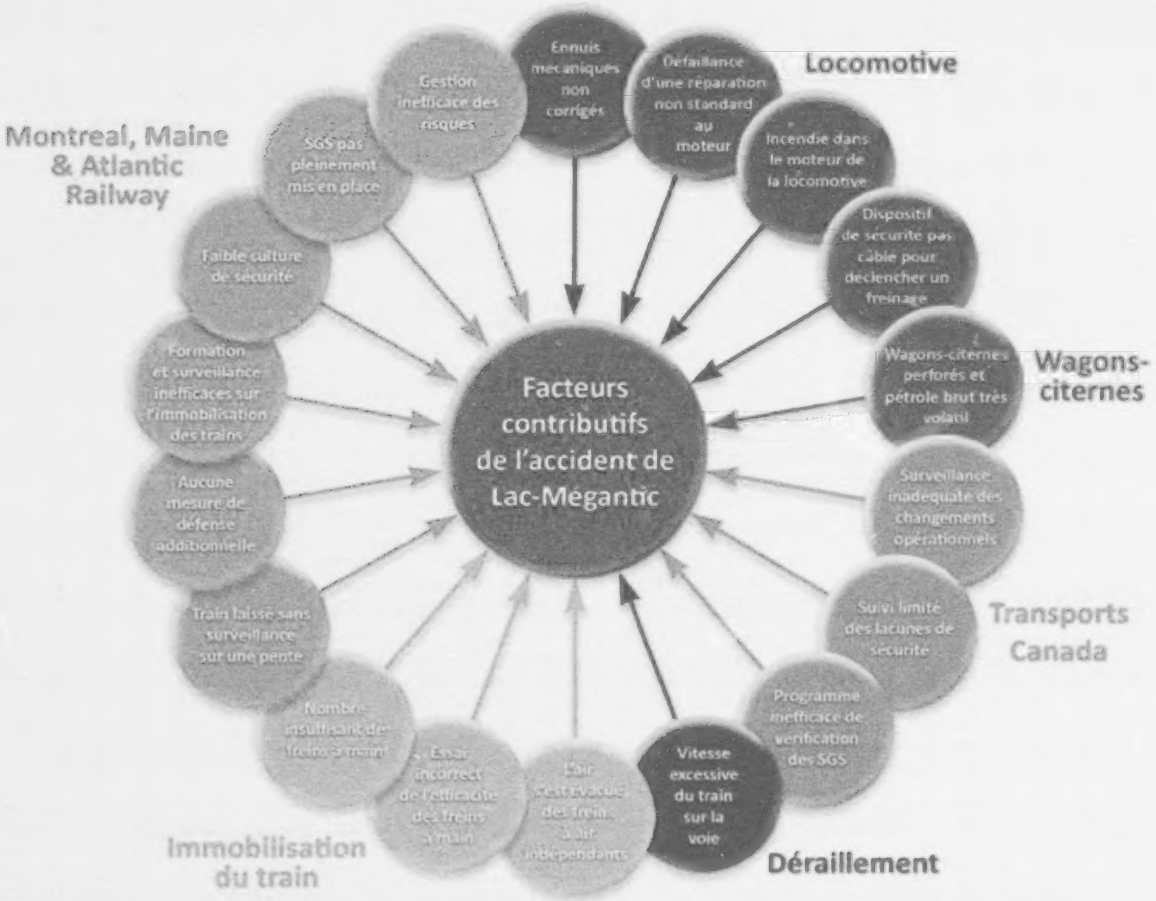


Figure 11 : Causes et facteurs contributifs au déraillement de Lac-Mégantic (BST, 2014b)

Modifications apportées à la réglementation canadienne régissant le transport du pétrole brut, à la suite du déraillement de Lac-Mégantic

Depuis le déraillement de Lac-Mégantic, le 7 juillet 2013, TC et le Department of Transportation des États-Unis (DOT) ont apporté de nombreuses modifications applicables à leur réglementation respective régissant le transport de pétrole brut. Leurs réglementations exigent dorénavant un minimum de deux membres d'équipage pour tous les trains transportant des marchandises dangereuses, décrivent en détail l'arrimage des trains, exigent que les personnes qui font une offre de transport ou d'importation de marchandises dangereuses par rail aient un plan d'intervention d'urgence (PIU), ont mené au retrait des wagons-citernes DOT-111 les moins résistants aux chocs pour le transport de marchandises dangereuses, et ont donné lieu à la conception d'un nouveau wagon-citerne (DOT-117) pour le transport de marchandises dangereuses (voir l'Annexe M : Modifications apportées à la réglementation canadienne et américaine à propose du transport du pétrole brut à la suite du déraillement de Lac-Mégantic (liste non exhaustive) pour les changements à la réglementation et la description des wagons DOT-117).

En 2015, Transports Canada a émis des exigences selon lesquelles toute entreprise transportant 1,5 million de tonnes de pétrole brut par année dans des wagons doit avoir (1) une couverture d'assurance-responsabilité d'au moins 1 milliard de dollars et (2) une redevance de 1,65 $ pour chaque tonne de brut expédié doit être placée dans un fonds supplémentaire financé par l'expéditeur qui sera utilisé en cas d'accident ferroviaire impliquant du pétrole brut (TC, 2016).

Le Canadien Pacifique (CP) a indiqué qu'il préférait ne pas transporter de pétrole brut et d'autres marchandises dangereuses [Atkins, 2015a], mais s'est fait répondre « Transports Canada n'a pas l'intention d'examiner les obligations de transporteur public » de la *Loi sur les transports au Canada*, qui exige que les compagnies de chemin de fer transportent toutes les marchandises légales dans des wagons qui répondent aux normes de sécurité [Atkins, 2015b].

4.2 ÉTUDE DE CAS (accident de pipeline) : Marshall (Michigan), rupture de pipeline, 25 juillet 2010

Le dimanche 25 juillet 2010, à 5 h 58, heure avancée de l'Est, un segment d'un pipeline de 30 po de diamètre (ligne 6B), appartenant à Enbridge Incorporated (Enbridge) qui en est également l'exploitant, s'est rompu dans une zone humide à Marshall (Michigan). La rupture du pipeline n'a pas été découverte ou prise en charge avant que 17 heures ne se soient écoulées. Pendant ce temps, Enbridge a pompé deux fois des quantités additionnelles de pétrole (81 % du rejet total) dans la ligne 6B, au cours de deux phases de démarrage; le rejet total a été estimé à 843 444 gallons de pétrole brut. Le pétrole a saturé les zones humides environnantes et s'est écoulé dans le ruisseau Talmadge et dans la rivière Kalamazoo [NTSB, 2012b].

Les travaux de nettoyage environnemental ont été terminés à l'automne 2014 [EPA, 2015; EPA, 2016c]. Enbridge est tenue de surveiller les impacts du déversement sur l'environnement [White, 2015]. Les coûts de nettoyage ont été de 1,21 milliard de dollars US [Ellison, 2016].

Évaluation des effets sur la santé

Le 26 juillet, les résidents de six maisons se sont auto-évacués en raison des odeurs associées au déversement de pétrole. En se fondant sur la concentration de benzène dans l'air, le ministère de la Santé a émis un avis d'évacuation volontaire à une cinquantaine de maisons le 29 juillet [NTSB 2012b].

Le Michigan Department of Community Health (MDCH) a mis sur pied un système de surveillance de la santé publique à volets multiples qui comprenait les rapports des fournisseurs de soins de santé, les enquêtes communautaires, les appels du public au centre antipoison et l'analyse des données soumises au système de surveillance syndromique de l'État. Le système de surveillance a reçu 147 rapports de fournisseurs de soins de santé sur 145 patients, a identifié 320 (58 %) des 550 personnes ayant subi des effets indésirables dans quatre enquêtes communautaires le long des cours d'eau touchés, a identifié les employés symptomatiques d'un petit chantier et a suivi 41 appels ayant été acheminés au centre antipoison par le public. Les symptômes correspondant à une exposition au pétrole brut (p. ex., maux de tête, nausées, symptômes respiratoires) étaient les symptômes prédominants signalés par les personnes exposées, et ce, dans tous les systèmes de déclaration [Standbury, 2010]. Aucune victime n'a été signalée [NTSB, 2012b].

Surveillance de l'environnement

La surveillance de la santé publique a été complémentée par de la surveillance environnementale. Les données sur la qualité de l'air recueillies au cours de l'intervention et les opérations de nettoyage ont indiqué que les personnes se trouvant dans la zone touchée par le déversement et dans les zones de travail n'auraient pas dû subir d'effets à long terme sur la santé, attribuables à l'exposition par inhalation [MDCH, 2014].

Une évaluation détaillée de puits d'eau potable privés dans les collectivités voisines a également été réalisée [MDCH, 2013]. Deux métaux liés au pétrole, à savoir le nickel et le fer, ont été détectés à des concentrations qui ne nuiraient probablement pas à la santé humaine. Aucun produit chimique organique associé au pétrole n'a été détecté. Toutefois, deux métaux qui n'étaient pas présents dans le pétrole brut, soit l'arsenic et le plomb, ont été détectés à des concentrations potentiellement dangereuses pour la santé humaine.

Le MDCH a également évalué le risque pour la santé en cas de contact avec du pétrole enfoui dans les sédiments, concluant que même s'il est peu probable que le contact répété avec les sédiments induise des effets sur la santé à long terme ou le cancer, une irritation cutanée temporaire était possible et que le contact doit être évité [MDCH, 2012].

Recommandations en matière de sécurité et répercussions juridiques

Peu de temps après l'incident, le National Transportation Safety Board (NTSB) a publié un rapport d'accident qui contient 19 recommandations spécifiques portant sur l'inspection des pipelines, la formation, les plans d'intervention d'urgence, la surveillance et la reddition de compte [NTSB, 2012b] (voir l'Annexe O).

De plus, la Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA) du Department of Transportation a proposé une sanction civile de 3,7 millions de dollars US en reconnaissance de multiples infractions réglementaires [PHMSA, 2012].

Un recours collectif accordant des dépenses liées au déversement aux propriétaires et aux locataires dans un rayon de 1 000 pieds (0,3 km) du rivage a été réglé en décembre 2014 [Parker, 2014].

4.3 ÉTUDE DE CAS (déversement en mer) : Échouement du Nathan E. Stewart, chenal Seaforth, octobre 2016

Le 13 octobre, à 1 h, heure normale du Pacifique (HNP), le *Nathan E. Stewart*, un remorqueur appartenant à Kirby Offshore Marine, remorquait une barge vide lorsqu'il s'est échoué sur le récif Edge, près de l'île Athlone, dans le détroit de Seaforth (Colombie-Britannique). Un navire de recherche et sauvetage de la Garde côtière canadienne de Bella Bella a porté secours à l'équipage. À 9 h (HNP), le remorqueur, qui transportait lui-même 237 000 litres de carburant diesel marin et d'autres hydrocarbures, a coulé dans neuf mètres d'eau. Trois réservoirs de carburant ont été compromis et présentaient des fuites. À 10 h (HNP), des équipes de nettoyage de la Garde côtière canadienne et des membres de la communauté Heiltsuk locale sont arrivés, mais les efforts d'intervention ont été entravés en raison de l'accès limité à de l'équipement. Le mauvais temps a entravé davantage les efforts pour placer un barrage flottant le long du rivage sensible. À 17 h (HNP), les équipes provinciales étaient sur place et des ressources supplémentaires en matière de nettoyage ont commencé à arriver de Prince Rupert et de Vancouver, y compris plusieurs grands navires de la Garde côtière.

Le 17 octobre, l'extraction du carburant des réservoirs du remorqueur a commencé à l'aide d'un procédé de piquage en charge. L'extraction a été achevée le 24 octobre : elle a permis de récupérer 110 000 litres de diesel. Il en manquait à peu près la même quantité et on présume que celle-ci s'est déversée dans l'océan. Les dommages au rivage étaient évidents.

Le 24 octobre, Transports Canada a lancé l'enquête maritime M16P0378 sur l'échouement du remorqueur *Nathan E. Stewart* et du chaland-citerne DBL 55 [BST, 2016].

Le 11 novembre, le remorqueur a été remorqué dans des eaux plus profondes et a été soulevé sur une barge de sauvetage, le 14 novembre. [CBC, 2016].

L'ampleur des dommages au littoral et les effets sur les ressources marines (p. ex., parcs à myes) est en cours d'évaluation. Pêches et Océans Canada (MPO) a fermé le secteur à la récolte de coquillages [Lindsay, 2017].

Effets sur la santé de la collectivité Heiltsuk locale (NCCEH, 2016)

Les répercussions sur la santé et le mieux-être de la collectivité font actuellement l'objet d'une évaluation. Cependant, une évaluation rapide de la santé ainsi qu'un retour d'information de la part de la population concernant les répercussions ont révélé ce qui suit :

- des effets mentaux et physiques, y compris l'exposition au pétrole, le choc et l'épuisement;
- des craintes en matière de salubrité des aliments, dans une collectivité qui dépend des ressources marines;
- la perte de revenus et de connectivité culturelle tributaire de l'exploitation des ressources marines;
- la colère, l'aliénation et la discrimination;
- le manque de reconnaissance des besoins immédiats et à long terme en matière de santé.

La collectivité de Heiltsuk a perdu 200 000 $ en revenus provenant des parcs à palourdes [Lindsay, 2017].

4.4 ÉTUDE DE CAS (déversement en mer) : Incident du Marathassa, avril 2015

Le 8 avril 2015, à 16 h 48 (HNP), une nappe d'huile a été aperçue dans la baie English. Malgré les démentis initiaux du capitaine et des représentants du *M/V Marathassa*, il a été déterminé tôt le matin du 9 avril 2015 que le navire avait déchargé une quantité inconnue de mazout intermédiaire (que l'on a présumé être du mazout IFO 3802) dans la baie English, le 8 avril.

La Garde côtière canadienne a activé le Commandement unifié selon le Système de commandement en cas d'incident. La West Coast Marine Response Corporation (WCMRC) a commencé le confinement et la récupération du pétrole à 21 h 25 le 8 avril, par des activités de récupération sur l'eau. Un barrage flottant a été placé autour du M/V Marathassa à 03 h 25 le 9 avril. Un aéronef du Programme national de surveillance aérienne a survolé le secteur à 12 h 20 le 9 avril et a estimé qu'environ 2 800 litres de mazout étaient restés sur l'eau. Les travaux de récupération sur l'eau se sont terminés le 12 avril, quelque 1 400 litres de mazout ayant été récupérés. Des travaux additionnels de recherche, de récupération, de nettoyage et de décontamination du bâtiment se sont poursuivis jusqu'au 23 avril. Les travaux d'évaluation et de nettoyage du littoral, au moyen de la technique dite Shoreline Cleanup and Assessment Technique ont eu lieu du 9 au 24 avril. Les programmes additionnels d'évaluation et de surveillance ont compris : 1) des survols aériens et des évaluations sous-marines afin de déterminer l'étendue du déversement infralittoral et en surface; 2) le prélèvement et l'analyse d'échantillons biologiques, de pétrole, de sédiments et d'eau; et 3) le sauvetage et la réadaptation de la faune.

Des mises à jour opérationnelles ont été présentées par le ministère des Pêches et des Océans (MPO) pendant toute l'opération d'intervention [MPO, 2015].

Le MPO a fermé le bras de mer Burrard Inlet à la pêche récréative des coquillages et des poissons de fond [CBC News, 2015a].

Les plages de Vancouver et de North Vancouver ont été fermées pendant plus d'un mois [CBC News, 2015b].

Parmi les recommandations principales formulées dans le rapport Butler [Butler, 2015]afin d'améliorer l'intervention en cas de déversement figurent les suivantes :

- la Garde côtière canadienne devrait s'assurer qu'elle dispose d'un personnel suffisant pour intervenir en cas d'accident majeur de pollution marine dans ses régions, en tout temps;
- la Garde côtière canadienne devrait poursuivre la mise en œuvre du système de commandement des interventions et inclure dans le plan des exercices avec tous ses partenaires, les Premières Nations, les partenaires provinciaux et municipaux et les organisations non gouvernementales;
- la Garde côtière canadienne devrait veiller à ce que le commandement unifié et/ou le Poste de commandement d'intervention diffuse au plus tôt l'information sur le type, la quantité, le comportement et les effets d'un polluant, y compris toute information relative aux préoccupations de santé publique;
- la Garde côtière canadienne, en collaboration avec les services des TI du gouvernement du Canada, devrait élaborer un système de TI et de communications à déploiement rapide qui facilite une interface électronique efficace et opportune avec les organismes partenaires durant un accident.

En février 2017, 10 accusations en vertu de la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*, de la *Loi sur les pêches* du Canada et de la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs* du Canada ont été portées devant la cour provinciale de Vancouver contre le *M/V Marathassa* and Alassia Newships Management Inc., les propriétaires du navire, basés en Grèce [Hunter, 2017].

RÉFÉRENCES

Remarque : Toutes les adresses URL présentées étaient accessibles en date du 30 avril 2018. Les PMID sont fournis pour les rapports accessibles sur PubMed.

Abramson D, Redlener I, Stehling-Ariza T, Sury J, Banister A, Park Y (2010) Impact on children and families of the *Deepwater Horizon* oil spill: preliminary findings of the coastal population impact study, National Center for Disaster Preparedness. [https://academiccommons.columbia.edu/catalog/ac:128195]

Alaska Resources Library and Information Service (ARLIS) (2017) Exxon Valdez Oil Spill, FAQs, Links, and Unique Resources at ARLIS. [http://www.arlis.org/docs/vol2/a/EVOS_FAQs.pdf]

American Fuel & Petrochemical Manufacturers (AFPM) (2014) A Survey of Bakken Crude Oil Characteristics Assembled For the US Department of Transportation. [http://www.efsec.wa.gov/Tesoro%20Savage/Adjudication/Exhibits/Tesoro/Exhibit%200195-000038-TSS.pdf]

American Petroleum Institute (API) (2011a) Robust Summary for Crude Oil [http://www.petroleumhpv.org/~/media/PetroleumHPV/Documents/2011_jan14_Crude%20oil%20category%20Final%20RS%20-%2014%20January%202011.pdf]

American Petroleum Institute (API) (2011b) High Production Volume (HPV) Chemical Challenge Program, Crude Oil Category Assessment Document, The American Petroleum Institute Petroleum HPV Testing Group Consortium Registration # 1100997, January 14, 2011. [http://www.petroleumhpv.org/petroleum-substances-and-categories/~/media/0DA0EA3771174E9DB6F5B43B73857842.ashx]

American Red Cross (ARC) (2014) Fact Sheet On Shelter-In-Place. [http://www.nationalterroralert.com/readyguide/shelterinplace.pdf]

American Society of Microbiology (ASM) (2011) Microbes and Oil Spills. [https://www.asm.org/images/stories/documents/Microbes_and_Oil_Spills.pdf]

AMPERA (2007) Risk Communication in Accidental Marine Pollution, Good practice guide for an effective communication strategy, AMPERA Publication Nr 2. [https://www.upf.edu/pcstacademy/_docs/2007_ampera.pdf]

Andrews A (2014) Crude Oil Properties Relevant to Rail, Transport Safety: In Brief, Congressional Research Service. Washington, DC. [https://www.hsdl.org/?view&did=751042]

Arata CM, Picou JS, Johnson GD, McNally TS (2000) Coping with technological disaster: an application of the conservation of resources model to the Exxon Valdez oil spill. J Trauma Stress. 2000 Jan;13(1):23-39. PMID : 10761172

Atkins E (2015a) Canadian Pacific wants to limit shipments of dangerous goods, The Globe and Mail 4 March 2015. [https://beta.theglobeandmail.com/report-on-business/industry-news/energy-and-resources/canadian-pacific-railway-wants-to-limit-shipments-of-dangerous-goods/article23298275/]

Atkins E (2015b) Ottawa stands firm on rail's crude oil obligations, The Globe and Mail 6 March 2015 [https://beta.theglobeandmail.com/report-on-business/ottawa-stands-firm-on-rails-crude-oil-obligations/article23341966/?ref=http://www.theglobeandmail.com&]

Barnea N (2017) Health and Safety Aspects of In-situ Burning of Oil, National Oceanic and Atmospheric Administration [https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/health-safety-ISB.pdf]

BC Emergency Management System (BCERMS) (2015) Introduction to the Incident Command System. [http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/spills-and-environmental-emergencies/docs/intro-ics.pdf

Braun RL and Burnham AK (1993) Chemical reaction model for oil and gas generation from type i and type ii kerogen, Lawrence Livermore National

Laboratory. [http://www.osti.gov/scitech/biblio/10169154]

Bureau de la sécurité des transports au Canada (BST) (2013) Avis de sécurité ferroviaire – 12/13 : Détermination des propriétés du pétrole brut pour assurer son transport sécuritaire [http://www.tsb.gc.ca/fra/medias-media/sur-safe/letter/rail/2013/r13d0054/r13d0054-617-12-13.asp]

Bureau de la sécurité des transports au Canada (BST) (2014a) Résumé de l'enquête sur le train parti à la dérive et le déraillement survenu à Lac-Mégantic [http://www.tsb.gc.ca/fra/rapports-reports/rail/2013/r13d0054/r13d0054-r-es.pdf]

Bureau de la sécurité des transports au Canada (BST) (2014b) Rapport d'enquête ferroviaire R13d0054 – Train parti à la dérive et déraillement en voie principale train de marchandises MMA-002 de la Montreal, Maine & Atlantic Railway au point milliaire 0,23 de la subdivision Sherbrooke Lac-Mégantic (Québec) le 6 juillet 2013 [http://www.tsb.gc.ca/fra/rapports-reports/rail/2013/r13d0054/r13d0054.pdf]

Bureau de la sécurité des transports au Canada (BST) (2014c) *Lac-Mégantic - Accident de train de la MMA - 6 juillet 2013* [http://www.bst-tsb.gc.ca/fra/medias-media/videos/rail/R13D0054/r13d0054-20140819.asp]

Bureau de la sécurité des transports au Canada (BST) (2016) Enquête maritime M16P0378 [http://www.tsb.gc.ca/fra/enquetes-investigations/marine/2016/m16p0378/m16p0378.asp]

Butler J (2015) Examen indépendant du déversement d'hydrocarbures du M/V Marathassa – Opération d'intervention environnementale [http://www.ccg-gcc.gc.ca/folios/00018/docs/Marathassa_Report-fra.pdf]

Cameo Chemicals (2013) Petroleum Crude Oil. NOAA, Office of Response and Restoration. [http://cameochemicals.noaa.gov/]

Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP) (2016) Alberta Oil Sands Bitumen Valuation Methodology for 2016. [http://www.capp.ca/publications-and-statistics/publications/281839]

Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP) (2017a) Statistical Handbook for Canada's Upstream Petroleum Industry [http://www.capp.ca/publications-and-statistics/statistics/statistical-handbook]

Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP) (2017b) [http://www.capp.ca/canadian-oil-and-natural-gas/infrastructure-and-transportation/pipelines]

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) (2013a) Lac-Mégantic rail disaster company MM&A files for bankruptcy, August 7. [http://www.cbc.ca/news/business/lac-m%C3%A9gantic-rail-disaster-company-mm-a-files-for-bankruptcy-1.1338481]

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) (2013b) Lac-Mégantic disaster railway gets bankruptcy protection, August 8. [http://www.cbc.ca/news/canada/montreal/lac-m%C3%A9gantic-disaster-railway-gets-bankruptcy-protection-1.1341715]

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) (2013b) Lac-Mégantic disaster railway gets bankruptcy protection, 8 August 2013. [http://www.cbc.ca/news/canada/montreal/lac-m%C3%A9gantic-disaster-railway-gets-bankruptcy-protection-1.1341715]

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) (2015a) Lac-Mégantic: Charges laid for brake failure in train disaster, 22 June, 2015 [http://www.cbc.ca/news/canada/montreal/lac-m%C3%A9gantic-charges-laid-for-brake-failure-in-train-disaster-1.3122732]

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) (2015b) Quebec government suing CP Rail for damages in Lac-Mégantic disaster, November 27. [http://www.cbc.ca/news/canada/montreal/lac-megantic-quebec-cp-lawsuit-1.334064]

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) (2015c) Metro Vancouver beaches safe for swimming following oil spill, CBC News May 15, 2015 [http://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/metro-vancouver-beaches-safe-for-swimming-following-oil-spill-1.3075824]

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) (2016) Timeline of the sinking and recovery of the Nathan E. Stewart, CBC News, CBC News, November 28, 2016. [http://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/nathan-e-stewart-timeline-spills-1.3871806]

Canship Ugland Ltd (2017) V/T Vineland [http://www.canship.com/nl/vessels/ml-vinland/]

CB&I Environmental and Infrastructure, Inc. (2015) Bakken Crude Oil Spills – Response Options and Environmental Impacts [http://www.mass.gov/eea/docs/dep/cleanup/laws/bakken-crude-oil-spills-response-options-and-environmental-impacts.pdf]

Cenovus Energy (2012) MSDS Bakken crude oil. [http://mil.wa.gov/uploads/pdf/seismic/bakken-crude-oil-msds.pdf]

Cenovus Energy (2014a) Wabasca heavy crude oil. [http://www.cenovus.com/contractor/docs/Heavy-Crude-Wabasca.pdf]

Cenovus Energy (2014b) Cold Lake blend crude oil. [https://www.cenovus.com/contractor/docs/Cold-Lake-Blend-Crude.pdf]

Cenovus Energy (2014c) Christina Lake dilbit blend. [http://www.cenovus.com/contractor/docs/Christina-Lake-Dilbit-Blend.pdf]

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST) (2015) Système général harmonisé (SGH) [http://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/ghs.html]

Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE) (2017) Les déversements pétroliers et la santé [http://www.ccnse.ca/environmental-health-in-canada/health-agency-projects/les-d%C3%A9versements-p%C3%A9troliers-et-la-sant%C3%A9]

Centre international de recherche sur le cancer (CIRC (1979) IARC Monographs, Volumes 1 to 20, Chemicals and Industrial Processes Associated with Cancer in Humans. [http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/suppl1/Suppl1.pdf]

Centre international de recherche sur le cancer (CIRC (1987) Overall evaluation of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs, Volumes 1 to 42 [http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/suppl1/Suppl1.pdf] PMID : 3482203

Centre international de recherche sur le cancer (CIRC (1989) ARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals, Humans-Occupational Exposures in Petroleum Refining: Crude Oil and Major Petroleum Fuels Volume 45, World Health Organization, Geneva. [http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol45/mono45.pdf]

Centre international de recherche sur le cancer (CIRC (1999) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 71 Re-Evaluation of Some Organic Chemicals, Hydrazine and Hydrogen Peroxide [http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol71/mono71.pdf]

Centre international de recherche sur le cancer (CIRC (2010) Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. [http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol92/index.php]

Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) (2000) IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk to Humans, Vol. 77, Some Industrial Chemicals [http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol77/mono77-10.pdf]

Chemical Abstracts Service (CAS) (2014). [www.cas.org]

City of Brandon (2017) The Emergency Preparedness Program, What You Should Know – Shelter in Place. [http://emerg.brandon.ca/shelter-in-place]

Conoco Phillips (2014) Safety Data Sheet – Bakken Crude Oil, Sweet. [http://www.conocophillips.com/sustainable-development/Documents/2014.05.30%208253/8%20Bakken%20Crude%20Oil,%20Sweet.pdf]

Conseil canadien des ministres de l'environnement (2014) Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) [https://www.ccme.ca/fr/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/index.html]

Crudemonitor.ca [http://www.crudemonitor.ca/home.php]

D'Andrea MA, Reddy GK (2014) Crude oil spill exposure and human health risks. J Occup Environ Med. 2014 Oct;56(10):1029-41 PMID : 25285825

Dyer CL. Tradition loss as secondary disaster: Long-term cultural impacts of the Exxon Valdez oil spill. Sociological Spectrum. 1993;13(1):65-88

Ellison G (2014) New price tag for Kalamazoo River oil spill cleanup: Enbridge says $1.21 billion. [http://www.mlive.com/news/grand-rapids/index.ssf/2014/11/2010_oil_spill_cost_enbridge_1.html]

Emergency Management British Columbia (EMBC) (2014) Shelter-in-Place. [http://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/emergency-preparedness-response-recovery/preparedbc/know-the-risks/hazardous-material-spills/shelter-in-place]

Enbridge Pipelines (EPI) (2016) 2016 Crude Characteristics. [http://www.enbridge.com/projects-and-infrastructure/for-shippers/crude-oil-characteristics]

Eykelbosh A, Slett M, Wilson P, Pillsworth L, Luttrell G, Reid D (2018) Supporting Indigenous Communities During Environmental Public Health Emergencies. Environmental Health Review, in press.

Eykelbosh, A (2014) Les effets sanitaires des marées noires et leurs implications pour la planification et la recherche en santé publique. Centre de collaboration nationale en santé environnementale, Vancouver Coastal Health [http://www.ccnse.ca/sites/default/files/Effets_sanitaires_marees_noires_novembre_2014.pdf]

Galvez-Cloutier R, Guesdon G Fonchain A (2014) Lac-Mégantic: analyse de l'urgence environnementale, bilan et évaluation des impacts, Rev. can. génie civ. 41: 531–539 (2014).

Garde côtière canadienne (2015) Rapport d'incident de pollution marine [http://www.ccg-gcc.gc.ca/fra/Gcc/Ie_rapport_incident]

Gazette du Canada (GC) (2016) Règlement établissant une liste des agents de traitement (Loi sur les opérations pétrolières au Canada) [http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2016/2016-06-15/html/sor-dors108-fra.html]

Généreux M (2016) The 2013 Lac-Mégantic tragedy: The Public Health response then and now. [http://www.ncceh.ca/sites/default/files/2016-04-28_EH_Seminar_Lac_Megantic-Genereux.pdf]

Généreux M, Petit G, Maltais D, Roy M, Simard R, Boivin S, Shultz JM, Pinsonneault L (2015). The public health response during and after the Lac-Mégantic train derailment tragedy: a case study. Disaster Health. 2015 Nov 11;2(3-4):113-120. PMID : 28229006

Geology.com (2014) Bakken Formation: News, Map, Videos and Information Sources. [http://geology.com/articles/bakken-formation.shtml]

Goldstein BD, Osofsky HJ and Lichtveld MY (2011) The Gulf oil spill. N Engl J Med. 2011 364(14):1334-48. PMID : 21470011

Goodlad J (1996) Effects of the Braer oil spill on the Shetland seafood industry, The Science of the Total Environment 186 (1996) 127-133

Gould DW, Teich JL, Pemberton MR, Piercannunzi C, Larson S (2014) Behavioral Health in the Gulf Coast Region Following the *Deepwater Horizon* Oil Spill: Findings from Two Federal Surveys. J Behav Health Serv Res. 2014 Oct 24. PMID : 25339594

Gouvernement du Canada (GC) (2014) Système général harmonisé (SGH) de classification et d'étiquetage des produits chimiques [https://www.canada.ca/fr/nouvelles/archive/2014/03/systeme-general-harmonise-sgh-classification-etiquetage-produits-chimiques.html]

Groupe de travail du Comité consultatif sur la politique générale (CSPG) relative au transport des marchandises dangereuses : les contenants (wagons-citernes DOT-111) – Recommandations à la ministre fédérale des Transports (2014) [https://www.tc.gc.ca/media/documents/tmd-fra/5808-2014-3478-F-B18821720-FINAL1-Recommendation-Document-GPAC-MOC-W-1-fr-rev-AAA-rev.pdf]

Gwack J, Lee JH, Kang YA, Chang KJ, Lee MS, Hong JY (2012) Acute health effects among military personnel participating in the cleanup of the Hebei Spirit oil spill, 2007, in Taean county, Korea. Osong Public Health Res Perspect. 2012 Dec;3(4):206-12. PMID : 24159516

Hazardous Substances Data Bank (HSDB) (2011) Crude oil, U.S. National Institute of Medicine.

[http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~4kvfRF:7]

Helton D (2018) What Have We Learned About Using Dispersants During the Next Big Oil Spill? U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Office of Response and Restoration [https://response.restoration.noaa.gov/about/media/what-have-we-learned-about-using-dispersants-during-next-big-oil-spill.html]

Her Majesty's Government (HMG) [2014] Evacuation and shelter guidance. [https://www.gov.uk/government/publications/evacuation-and-shelter-guidance]

Hunter J, Dhillon S, (2017) Owner of MV Marathassa charged for 2015 oil spill in Vancouver's English Bay, The Globe and Mail, published March 29, 2017updated April 15, 2017 [https://www.theglobeandmail.com/news/british-columbia/ship-owner-charged-for-2015-oil-spill-in-vancouvers-english-bay/article34485910/]

Hyne NJ (2001) Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling and Production 2nd Edition. [http://www.amazon.com/Nontechnical-Petroleum-Exploration-Drilling-Production/dp/087814823X]

International Marine Consultancy (IMC) (2011) Classifications of Crude Oil. [http://www.imcbrokers.com/blog/overview/detail/classifications-of-crude-oil]

Remarque : Toutes les adresses URL présentées étaient accessibles en date du 31 mars 2018. Les PMID sont fournis pour les rapports accessibles sur PubMed.

International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF) (2014a) The fate of oil spills. [http://www.itopf.com/knowledge-resources/documents-guides/fate-of-oil-spills/]

International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF) (2014b) Torrey Canyon, United Kingdom, 1967. [http://www.itopf.com/in-action/case-studies/case-study/torrey-canyon-united-kingdom-1967/]

Johnson L (2015) Vancouver oil spill stops recreational shellfish and groundfish fishing, CBC News 29April 2015 [http://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/vancouver-oil-spill-stops-recreational-shellfish-and-groundfish-fishing-1.3033197]

Jung D, Kim JA, Park MS, Yim UH, Choi K (2017) Human health and ecological assessment programs for Hebei Spirit oil spill accident of 2007: Status, lessons, and future challenges. Chemosphere. 2017 Apr; 173:180-189. PMID: 28110007

Justice Institute of British Columbia (JIBC) (2017) Emergency Management Training, Incident Command System. [http://www.jibc.ca/sites/default/files/emd/pdf/ICS_Slick.pdf]

Keystone XL Project (2014) Appendix Q Crude Oil Material Data Safety Sheets. [http://keystonepipeline-xl.state.gov/documents/organization/221243.pdf]

Kinder Morgan Canada (KM) 2016 Incident Command System Guide [https://s3-us-west-2.amazonaws.com/transmountain-craftcms/documents/ICS-Manual-2016.pdf?mtime=20171026002028]

Lacoursiere JP, Dastous PA, Lacoursierec S (2015) Lac-Megantic Accident: What We Learned, Process Safety Progress 2015 34:1

Laframboise K and Brunette A (2018) All 3 MMA rail workers acquitted in Lac-Mégantic disaster trial, CBC News Jan 19, 2018 7:22 PM ET [http://www.cbc.ca/news/canada/montreal/lac-megantic-criminal-negligence-verdict-1.4474848]

Lake W, Divarco S, Schulze P, Gougelet R (2013) Guidelines for Mass Casualty Decontamination during a HAZMAT/Weapons of Mass Destruction Incident, Vol I & II, Edgewood Chemical & Biological Center ECBC SP-036. [http://www.nfpa.org/news-and-research/resources/fire-service-resources/mass-casualty-decontamination]

Levy BS and Nassetta WJ (2011) The adverse health effects of oil spills: a review of the literature and a framework for medically evaluating exposed individuals, Int J Occup Environ Health 2011 17(2):161-7. PMID : 21618948

Lindsay B (2017), 'We're the ones that have to live here': Heiltsuk still feel impact of fuel spill, CBC News Last Updated: Oct 13, 2017 1:37 PM PT [http://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/tug-sinking-bella-bella-1.4352953]

Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Vilahur N, Mattock H, Straif K; International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group (2017). Carcinogenicity of benzene. Lancet Oncol. 2017 Dec;18(12):1574-1575. PMID : 29107678

Lyons RA, Temple JM, Evans D, Fone DL, Palmer SR (1999) Acute health effects of the Sea Empress oil spill. J Epidemiol Community Health. 1999 May;53(5):306-10. PMID : 10396538

Macalister T (2010) BP's Deepwater Horizon oil spill likely to cost more than Exxon Valdez, Guardian 30 Apr 2010 [https://www.theguardian.com/environment/2010/apr/30/bp-cost-deepwater-horizon-spill]

MarcotteJ, Schwendeman T, Noble B (2015) Remediation and Restoration of the Lac-Mégantic, Quebec Oil Train Disaster BEST May 20, 2015 [http://www.bestconference.net/uploads/4/6/9/5/4695394/jocelyn_marcotte_and_bruce_noble.pdf]

MARPOL (1992) Prescriptions en matière de double coque applicables aux pétroliers, Organisation maritime internationale [http://www.imo.org/fr/OurWork/Environment/PollutionPrevention/OilPollution/Pages/constructionrequirements.aspx]

Mayer B, Running K, Bergstrand K (2015) Compensation and Community Corrosion: Perceived Inequalities, Social Comparisons, and Competition Following the *Deepwater Horizon* Oil Spill. Social Forum (Randolph N J) 2015 Jun;30(2):369-390. PMID : 26120247

McGowan CJ, Kwok RK, Engel LS, Stenzel MR, Stewart PA, Sandler DP (2017) Respiratory, Dermal, and Eye Irritation Symptoms Associated with Corexit™ EC9527A/EC9500A following the Deepwater Horizon Oil Spill: Findings from the GuLF STUDY. Environ Health Perspect. 2017 Sep 15;125(9):097015. doi: 10.1289/EHP1677. PMID : 28934097

Mcnish J, Robertson G & Mackrael K (2013) Crude that exploded in Lac-Mégantic was mislabelled: officials, The Globe and Mail 11 September. [http://www.theglobeandmail.com/news/national/crude-that-exploded-in-lac-megantic-was-mislabelled-regulator-says/article14239877/]

Michigan Department of Community Health (MDCH) (2012) Public Health Assessment, Kalamazoo River/Enbridge Spill: Evaluation of people's risk for health effects from contact with the submerged oil in the sediment of the Kalamazoo River [http://www.michigan.gov/documents/mdch/Enbridge_Sediment__BLUE_FINAL_5-23-2012_387874_7.pdf

Michigan Department of Community Health (MDCH) (2013) Kalamazoo River/Enbridge Spill: Evaluation of crude oil release to Talmadge Creek and Kalamazoo River on residential drinking water wells in nearby communities (Calhoun and Kalamazoo Counties, Michigan). [http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/pha/EnbridgeSpill/EnbridgeSpillPHAFINAL02272013.pdf]

Michigan Department of Community Health (MDCH) (2014) Public Health Assessment Evaluation of Air Contamination, Kalamazoo River Enbridge Oil Spill Calhoun and Kalamazoo Counties, Michigan. [http://www.michigan.gov/documents/mdch/Enbridge_Oil_Spill_Air__PHA_-_PC_08-26-2014_466005_7.pdf]

Millette D (2014b) Characterization and Remediation of Lac-Mégantic, Remediation Technologies Symposium (RemTech 2014) October 15 - 17, 2014, Golder Associates. [http://www.esaa.org/wp-content/uploads/2015/06/14-Millette.pdf]

Millette D, Gosselin C, Beliveau E (2014a) Clean-up at Lac-Mgantic, Golder Associates, Canadian Consulting Engineer, June/July 2014. [http://www.canadianconsultingengineer.com/digital-archives/junejuly-2014/]

Ministère des Pêches et Océans (MPO) (2015) Intervention d'urgence sur le déversement du Marathassa [http://www.dfo-mpo.gc.ca/media/infocus-alaune/2015/Marathassa/index-fra.htm]

Morris JG Jr, Grattan LM, Mayer BM, Blackburn JK (2013) Psychological responses and resilience of people and communities impacted by the *Deepwater Horizon* oil spill, Trans Am Clin Climatol Assoc. 2013 124:191-201 PMID : 23874022

Mufson S (2016) BP's big bill for the world's largest oil spill reaches $61.6 billion, Washington Post 14 July. [https://www.washingtonpost.com/business/economy/bps-big-bill-for-the-worlds-largest-oil-spill-now-reaches-616-billion/2016/07/14/7248cdaa-49f0-11e6-acbc-4d4870a079da_story.html?wpisrc=nl_headlines&wpmm=1]

Murray CJ, Lopez AD (2013) Measuring the global burden of disease. N Engl J Med. 2013 Aug 1;369(5):448-57. PMID : 23902484

Na JU, Sim MS, Jo IJ, Song HG (2012) The duration of acute health problems in people involved with the cleanup operation of the Hebei Spirit oil spill. Mar Pollut Bull. 2012 64(6):1246-51 PMID : 22491025

NALCO Environmental Systems LLC (2014) Safety Data Sheet Corexit 9500 A [http://www.nalcoenvironmentalsolutionsllc.com/wp-content/uploads/COREXIT-EC9500A-GHS-SDS-USA.pdf]

Nance E, King D, Wright B, Bullard RD (2016) Ambient air concentrations exceeded health-based standards for fine particulate matter and benzene during the *Deepwater Horizon* oil spill. J Air Waste Manag Assoc. 2016 Feb;66(2):224-36. PMID : 26565439

Northern Alberta Institute of Technology (NAIT) (2017) Incident Command System Training [http://www.nait.ca/program_home_79754.htm]

NW Area Committee Federal and State Spill Response Agencies (NWAC) (2015) Bakken Crude Oil. [http://www.rrt10nwac.com/Files/FactSheets/150213064220.pdf]

Office national de l'énergie (ONE) (2017) Carte interactive des pipelines [https://www.neb-one.gc.ca/sttnvrnmnt/stt/dshbrd/mp/index-fra.html]

Office national de l'énergie (ONE) (2018a) 2018 Production estimative de pétrole brut et d'équivalents au Canada [https://www.neb-one.gc.ca/nrg/sttstc/crdlndptrlmprdct/stt/stmtdprdctn-fra.html]

Office national de l'énergie (ONE) (2018b) Exportations de pétrole brut canadien par chemin de fer – Données mensuelles [https://www.neb-one.gc.ca/nrg/sttstc/crdlndptrlmprdct/stt/cndncrdbxprtsrl-fra.html]

Offshore-technology.com. (2017) Projects [http://www.offshore-technology.com/projects]

OilPrices (OP) (2016) Types of Crude Oil - Classifications of Crude Oil, OilPrices.org. [http://www.oilprices.org/types-of-crude-oil.html]

Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (2009) Series on testing and assessment, Number 112: The 2007 OECD list of high production volume chemicals. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2009)40&doclanguage=en]

Organisation mondiale de la Santé (OMS) (1997) Assessing the health consequences of major chemical incidents --epidemiological approaches. WHO regional publications. European series; No. 79). [http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/238651/E57926.pdf]

Organisation mondiale de la Santé (OMS) (2009) Évaluation du risque – Manuel pour la gestion de l'aspect santé publique des accidents chimiques, Genève [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/246117/9789242598148-fre.pdf;jsessionid=E8436951CD6DCFAC9AE99DCDF029392E?sequence=1]

Osofsky JD, Osofsky HJ, Weems CF, Hansel TC, King LS (2016) Effects of Stress Related to the Gulf Oil Spill on Child and Adolescent Mental Health. J Pediatr Psychol. 2016 Jan-Feb;41(1):65-72. PMID : 25306404

Palinkas LA, Downs MA, Petterson JS, Russell J (1993) Social, cultural, and psychological impacts of the Exxon Valdez oil spill. Human Organization. 1993;52(1):1-13.

Palinkas LA, Petterson JS, Russell JC, Downs MA (2004) Ethnic differences in symptoms of post-traumatic stress after the Exxon Valdez oil spill. Prehosp Disaster Med. 2004 Jan-Mar;19(1):102-12. PMID : 15453167

Palinkas LA, Russell J, Downs MA, Petterson JS (1992) Ethnic differences in stress, coping, and depressive symptoms after the Exxon Valdez oil spill. J Nerv Ment Dis. 1992 May;180(5):287-95. PMID : 1583472

Parker R (2014) Enbridge settles class action lawsuit over Kalamazoo River oil spill. [http://www.mlive.com/news/kalamazoo/index.sst/2014/12/enbridge_settles_class_action.html]

Peritz I (2016) Lac-Mégantic residents continue to suffer from PTSD after rail tragedy: study, The Globe and Mail, 3 February. [http://www.theglobeandmail.com/news/national/lac-megantic-residents-suffering-from-anxiety-ptsd-after-rail-tragedy-report/article28565348/]

Picou JS, Marshall BK, Gill DA (2004) Disaster, Litigation, and the Corrosive Community, Social Forces. 2004;82(4):1493-522.

Radio Canada (RC) (2013) Lac-Mégantic: la relocalisation des commerces se fait pressante, 29 JUILLET 2013 [http://ici.radio-canada.ca/nouvelle/625226/relocalisation-commerce-lac-megantic]

Raptis M (2011) Kinder Morgan ordered to pay $150,000 in Burnaby oil spill, Burnaby Now, November 10. [http://www.burnabynow.com/news/kinder-morgan-ordered-to-pay-150-000-in-burnaby-oil-spill-1.410790]

Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses - Règlement (TMD), 17e éd. (2011) Nations Unies [http://www.unece.org/fr/trans/danger/publi/unrec/rev17/17files_f.html]

Regional District of Nanaimo (RDN) (2014) Shelter-in-Place Instructions. [http://www.rdn.bc.ca/cms.asp?wpID=1011]

Ressources naturelles Canada (RNCan) (2017) Cahier d'information : Les marchés de l'énergie, 2016-2017[https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/pdf/EnergyFactBook_2016_17_Fr.pdf]

Rung AL, Gaston S, Oral E, Robinson WT, Fontham E, Harrington DJ, Trapido E, Peters ES (2016) Depression, mental distress, and domestic conflict among Louisiana women exposed to the *Deepwater Horizon* Oil Spill in the WaTCH Study. Environ Health Perspect. 2016 Sep;124(9):1429-35. PMID : 27164620

Sandler DP, Kwok RK, Engel, Parks LS, London SJ, Miller AK (2014) GuLF STUDY: Gulf Long-Term Follow-Up Study. U.S. National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS). [https://www.niehs.nih.gov/research/atniehs/labs/epi/studies/gulfstudy/publications/gulf_study_protocol_09232012_508.pdf]

Santé Canada (SC) (2009) Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Document technique – Benzène [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/benzene/benzene-fra.pdf]

Santé Canada (SC) (2014) Toluène, éthylbenzène et xylènes dans l'eau potable [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/consult/_2014/tex/consultation-fra.php]

Santé Canada (SC) (2017) Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - Tableau sommaire [https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/qualite-eau/recommandations-qualite-eau-potable-canada-tableau-sommaire-sante-canada-2012.html]

Santeestrie (2017) Communique _3e_enquete_sante_Lac-Megantic.pdf [http://www.santeestrie.qc.ca/uploads/media/Communique_3e_enquete_sante_Lac-Megantic.pdf]

Sharp D (2015) Judge clears $446M settlement for victims of Lac-Megantic disaster, Associated Press, 9 October, 2015. [https://www.thestar.com/business/2015/10/09/judge-clears-446m-settlement-for-victims-of-lac-megantic-disaster.html]

Sheridan RL (2016) Fire Related Inhalation Injury. N Engl J Med 2016;375:464-9. PMID : 27959659

Stanbury M, Hekman K, Wells E, Miller C, Smolinske S, Rutherford J (2010) Acute health effects of the Enbridge oil spill Lansing, MI, Michigan Department of Community Health. [http://www.michigan.gov/documents/mdch/enbridge_oil_spill_epi_report_with_cover_11_22_10_339101_7.pdf]

Stancil PS (2012) DOT-111 Tank Car Design, National Transportation Safety Board, Office of Railroad, Pipeline and Hazardous Materials Safety [https://www.ntsb.gov/news/events/Documents/cherry_valley-Hazardous%20Materials%20Board%20Presentation%20508%20Completed.pdf]

Stancil PS (2014) Rail Accidents Involving Crude Oil and Ethanol Releases, National Transportation Safety Board. [http://dms.ntsb.gov/pubdms/search/document.cfm?docID=412030&docketID=56186&mkey=88897]

Suárez B, Lope V, Pérez-Gómez B, Aragonés N, Rodríguez-Artalejo F, Marqués F, Guzmán A, Viloria LJ, Carrasco JM, Martín-Moreno JM, López-Abente G, Pollán M (2005) Acute health problems among subjects involved in the cleanup operation following the Prestige oil spill in Asturias and Cantabria (Spain). Environ Res. 2005 Nov;99(3):413-24. PMID : 16307984

Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH), cinquième révision (2013) Nations Unies, Genève [http://www.unece.org/fr/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev05/05files_f.html]

The Canadian Press (2015) Lac-Mégantic disaster class-action suit gets green light, The Canadian Press 9 May, 2015 [http://www.cbc.ca/news/canada/montreal/lac-m%C3%A9gantic-disaster-class-action-suit-gets-green-light-1.3067920]

The Canadian Press (2016) About 400 people contesting payment received from Lac-Megantic settlement fund, 11 April, 2016 [http://www.stcatharinesstandard.ca/2016/04/11/about-400-people-contesting-payment-received-from-lac-megantic-settlement-fund]

Transports Canada (TC) (2013) Ordre préventif no 31[https://www.canada.ca/fr/nouvelles/archive/2013/10/ordre-preventif-no-31.html]

Transports Canada (TC) (2016) Le régime de responsabilité et d'indemnisation au titre de la Loi sur la sécurité et l'imputabilité en matière ferroviaire [http://www.tc.gc.ca/fra/medias/fiches-information-securite-ferroviaire-7683.html]

U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (1999) Toxicological Profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) [https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp123.pdf]

U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2007) Toxicological Profile for Xylene [http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=296&tid=53]

U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2010a) Oil Spill Dispersant (COREXIT @EC9500A and EC9527A) Information for Health Professionals [https://www.cdc.gov/nceh/oil_spill/docs/Oil%20Spill%20Dispersant.pdf]

U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2010b) Toxicological Profile for Ethylbenzene [http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp110.pdf]

U.S. Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2009) Simply Put, A Guide for Creating Easy-to-understand Materials. [https://www.cdc.gov/healthliteracy/pdf/Simply_Put.pdf]

U.S. Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2010a) Table of Chemical Constituents Commonly Found in Crude Oil [http://aquaticpath.phhp.ufl.edu/oilspill/images/chemical_constituents_table.pdf]

U.S. Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2010b) Light Crude Oil, Information for Health Professionals. [https://www.cdc.gov/nceh/oil_spill/docs/Light%20Crude_Oil_Information_for_Health_Professionals.pdf]

U.S. Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2014a) Chemical Agents: Facts about Sheltering in Place [http://emergency.cdc.gov/planning/shelteringfacts.asp]

U.S. Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2014b) Crisis Emergency Risk Communication, 2014 Edition [https://emergency.cdc.gov/cerc/resources/pdf/cerc_2014edition.pdf]

U.S. Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2017a) Caring for Children in Disaster [https://www.cdc.gov/childrenindisasters/index.html]

U.S. Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2017b) Stay Put - Learn How to Shelter-in-Place [https://emergency.cdc.gov/shelterinplace.asp]

U.S. Code of Federal Regulations (2014) Part 179—Specifications For Tank Cars. [http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title49-vol3/pdf/CFR-2011-title49-vol3-part179.pdf

U.S. Code of Federal Regulations (2014) Part 179—Specifications for Tank Cars. [http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title49-vol3/pdf/CFR-2011-title49-vol3-part179.pdf]

U.S. Department of Energy (DOE) (2016) Protective Action Criteria (PAC) with AEGLs, ERPGs, & TEELs: Rev. 29 for Chemicals of Concern - May 2016 [https://energy.gov/ehss/protective-action-criteria-pac-aegls-erpgs-teels-rev-29-chemicals-concern-may-2016]

U.S. Department of Health and Human Services (DHHS) (2014) Chemical Hazards Emergency Medical Management (CHEMM) – Decontamination Procedures. [http://chemm.nlm.nih.gov/decontamination.htm]

U.S. Department of Health and Human Services (DHHS) and U.S. Department of Homeland Security (DHS) (2014) Patient Decontamination in a Mass Chemical Exposure Incident: National Planning Guidance for Communities. [https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/Patient%20Decon%20National%20Planning%20Guidance_Final_December%202014.pdf]

U.S. Department of Homeland Security (DHS), Federal Emergency Management System (FEMA) (2017b) ICS-100 Introduction to the Incident Command System [https://emilms.fema.gov/IS100b/index.htm]

U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management System (FEMA) (2017a) Incident Command System (ICS)[https://training.fema.gov/emiweb/is/icsresource/index.htm]

U.S. Department of Transportation (DOT) (2014) Amended and Restated Emergency Restriction/Prohibition Order DOT-OST-2014-0025. [https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/Amended%20Emergency%20Order%20030614.pdf]

U.S. Department of Transportation, Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA) (2012) PHMSA Announces Enforcement Action Against Enbridge for 2010 Michigan Oil Spill [https://www.pipelinelaw.com/wp-content/uploads/sites/19/2013/07/PHMSA_Enbridge_Press_Release.pdf]

U.S. Energy Information Administration (EIA) (2012) Crude Oils Have Different Quality Characteristics, 26 June 2013. [https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=7110]

U.S. Energy Information Administration (EIA) (2016) Refinery Receipts of Crude Oil by Method of Transportation. [https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pnp_caprec_dcu_nus_a.htm]

U.S. Energy Information Administration (EIA) (2017a) Petroleum & Other Liquids, Definitions, Sources and Explanatory Notes [https://www.eia.gov/dnav/pet/TblDefs/pet_pri_wco_tbldef2.asp]

U.S. Energy Information Administration (EIA) (2017b) International Energy Statistics [https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa=0000000000000000000000000000000000vg&c=ruvvvvvfvtvvvv1vvvvvvfvvvvvvfvvvsu20evvvvvvvvvvvfuvg&ct=0&tl_id=5-A&vs=INTL.53-1-AFG-TBPD.A&cy=2014&vo=0&v=H&end=2016&vid=1]

U.S. Energy Information Administration (EIA) (2017c) Crude Oil and Petroleum Products Explained – Oil Imports and Exports. [https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=oil_imports]

U.S. Energy Information Administration (EIA) (2018) Petroleum and Other Liquids. [https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=ESM_EPC0_RAIL_ZAMN-ZAMN_MBBL&f=M]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (1990) Summary of the Oil Pollution Act33 U.S.C. §2701 et seq. (1990) [https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-oil-pollution-act]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2001) Standing Operating Procedures for Developing AEGLs. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/sop_final_standing_operating_procedures_2001.pdf]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2005) Toxicological Review of Toluene. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0118tr.pdf]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2015) EPA Response to Enbridge Spill in Michigan. [https://www.epa.gov/enbridge-spill-michigan]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2016a) Compiled AEGL Values. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-03/documents/compiled_aegl_update_.pdf]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2016b) Reviewing National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). [https://www.epa.gov/naaqs]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2016c) FOSC Desk Report for the Enbridge Line 6b Oil Spill Marshall, Michigan [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-04/documents/enbridge-fosc-report-20160407-241pp.pdf]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2017) Particulate Matter (PM) Pollution [https://www.epa.gov/pm-pollution]

U.S. Institute of Medicine (2010) Assessing the Effects of the Gulf of Mexico Oil Spill on Human Health: A Summary of the June 2010 Workshop, Washington, DC: The National Academies Press.

U.S. National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling (2011) Report to the President, Deep Water – The Gulf Oil Disaster and the Future of Offshore Drilling. [https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GPO-OILCOMMISSION/pdf/GPO-OILCOMMISSION.pdf]

U.S. National Fire Protection Association (2012) Frequently Asked Questions on NFPA 704 [http://www.nfpa.org/Assets/files/AboutTheCodes/704/704_FAQs.pdf]

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (2010) Medical Pre-Placement Evaluation for Workers Engaged in the Deepwater Horizon Response. [https://www.cdc.gov/niosh/topics/oilspillresponse/pdfs/NIOSH%20Interim_Medical%20Pre-Placement.pdf]

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) (2017) Safety and Training for Oil Spill Response Workers. [http://tools.niehs.nih.gov/wetp/index.cfm?id=2495#top]

U.S. National Institute of Health (2017) Gulf Study [https://gulfstudy.nih.gov/en/index.html]

U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Office of Response and Restoration (2018) Emergency Response Planning Guidelines (ERPGs) [https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/resources/emergency-response-planning-guidelines-erpgs.html]

U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Office of Response and Restoration (2014) What Is Weathering? [http://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/significant-incidents/exxon-valdez-oil-spill/what-weathering.html].

U.S. National Transportation Safety Board (NTSB) (2012a) Derailment of CN Freight Train U70691-18 With Subsequent Hazardous Materials Release and Fire, Cherry Valley, Illinois June 19, 2009, NTSB Number: RAR-12-01. [https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/RAR1201.pdf]

U.S. National Transportation Safety Board (NTSB) (2012b) U.S. National Transportation Safety Board (2012b) Enbridge Incorporated, Hazardous Liquid Pipeline Rupture and Release Marshall, Michigan July 25, 2010 NTSB/PAR-12/01, PB2012-916501. [https://www.ntsb.gov/doclib/reports/2012/PAR1201.pdf]

U.S. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (2005) Emergency Response, 2005 SWRI Annual Meeting [www.osha.gov/dcsp/alliances/swri/swri_jc_030205bb.ppt]

U.S. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (2018) Hazmat School, OSHA on Scene Incident Commander Training [http://www.hazmatschool.com/osha-on-scene-incident-commander-training-1363/]

University of New Hampshire's (UNH) Coastal Response Research Center (2014) A Training Module: Dispersion Use Risk Communication Guidance and Tools. [http://crrc.unh.edu/sites/crrc.unh.edu/files/agency_training_module_risk_comm_dispersants_final_draft.pdf]

Vision (2016) Portrait de la Santé Psychologique de la Population du Granit en 2015. [http://www.santeestrie.qc.ca/uploads/media/Bulletin_vision_sante_publique_27_Lac_Megantic.pdf]

White E (2015) Enbridge, Michigan reach settlement over 2010 oil spill, The Globe and Mail May 13. [http://www.theglobeandmail.com/report-on-business/industry-news/energy-and-resources/enbridge-michigan-reach-settlement-over-2010-oil-spill/article24415045/]

Woods A (2014) Quebec submits $400 million claim for Lac-Mégantic train disaster, Star, 16 June, 2014, [https://www.thestar.com/news/canada/2014/06/16/quebec_claims_400_million_for_lacmgantic_train_disaster.html]

ANNEXES

Annexe A : Analyse de la composition et analyse de base des pétroles bruts

Annexe B : Pipelines de pétrole brut au Canada et au États-Unis

Annexe C : Classification des pétroliers selon leur taille

Annexe D : Exemples d'effets toxicologiques déclarés par suite d'une exposition aiguë au pétrole brut

Annexe E : Études épidémiologiques sur les effets physiques et physiologiques chez l'humain de l'exposition à un déversement de pétrole

Annexe F : Études épidémiologiques concernant les effets sur la santé mentale de l'exposition à un déversement de pétrole

Annexe G : Conseils à propos de l'intervention sur le site lors d'incidents pipeliniers, de déraillements et maritimes

Annexe H : Équipement de protection individuelle

Annexe I : Déraillements impliquant du pétrole brut au Canada et au États-Unis depuis le déraillement de Lac Mégantic

Annexe J1 : Principaux déversements de pétrole brut mettant en cause un pipeline au Canada

Annexe J2 : Principaux déversements de pétrole brut dans le monde mettant en cause un pipeline, un réservoir de stockage ou un puits continental

Annexe K : Liste des principaux déversements de pétrole brut – navires

Annexe L : Liste des principaux déversements de pétrole brut – plateformes de forage

Annexe M : Modifications apportées à la réglementation canadienne et américaine à propose du transport du pétrole brut à la suite du déraillement de Lac-Mégantic (liste non exhaustive)

Annexe A : Analyse de la composition et analyse de base des pétroles bruts

Source de pétrole brut	Paraffines % vol	Naphtènes % vol	Composés aromatiques % vol	Soufre % poids	Densité API (° API)	Nickel (mg/kg)	Vanadium (mg/kg)
Access Western Blend				3,91	21,8	71,8	190,2
Bakken				0,1	40-43		
BC Light				0,64	40,4	3,4	9,9
Brent Blend	50	34	16	0,37	38,3		
Christina Dilbit Blend				3,87	21,6	70,8	183,8
Cold Lake Blend				3,77	21,1	64,7	167,0
Dubai				2,00	31		
Hibernia Blend				0,44	35,1		
Prudhoe Bay heavy	27	36	28	0,9	28		
Russian Export Blend				1,2	32		
Saudi Heavy	60	20	15	2,1	28		
Saudi Light	63	18	19	2,0	34		
South Louisiana Light	36,6	44,8	18,6	0,25	35		
Venezuela Heavy	35	53	12	2,3	24		
Venezuela Light	52	34	14	1,5	30		
Wabasca Heavy				4,11	20	53,8	145,6
West Texas Intermediate				0,42	37-42		
West Texas sour	46	32	22	1,9	32		
Western Canadian Blend				3,11	20,5	46,9	99,6
Western Canadian Select				3,51	20,9	59,0	141,0

Remarque : L'analyse de base peut fournir des données sur : résidus de carbone micro, une propriété du pétrole brut liée à son analyse décrivant la tendance à la formation de résidus de carbone du pétrole brut, le nombre total d'acides, une mesure de l'acidité établie par la quantité d'hydroxyde de potassium en milligrammes nécessaire pour neutraliser les acides présents dans un gramme de pétrole, BTEX (benzène, toluène, éthylbenzènes, xylènes) et « fractions légères », alcanes C1 à C10. Le site Crudemonitor offre des renseignements détaillés sur le pétrole brut de l'Ouest canadien [Crudemonitor, 2017].

Consultez les fiches signalétiques du producteur pour obtenir de l'information sur un pétrole brut en particulier.

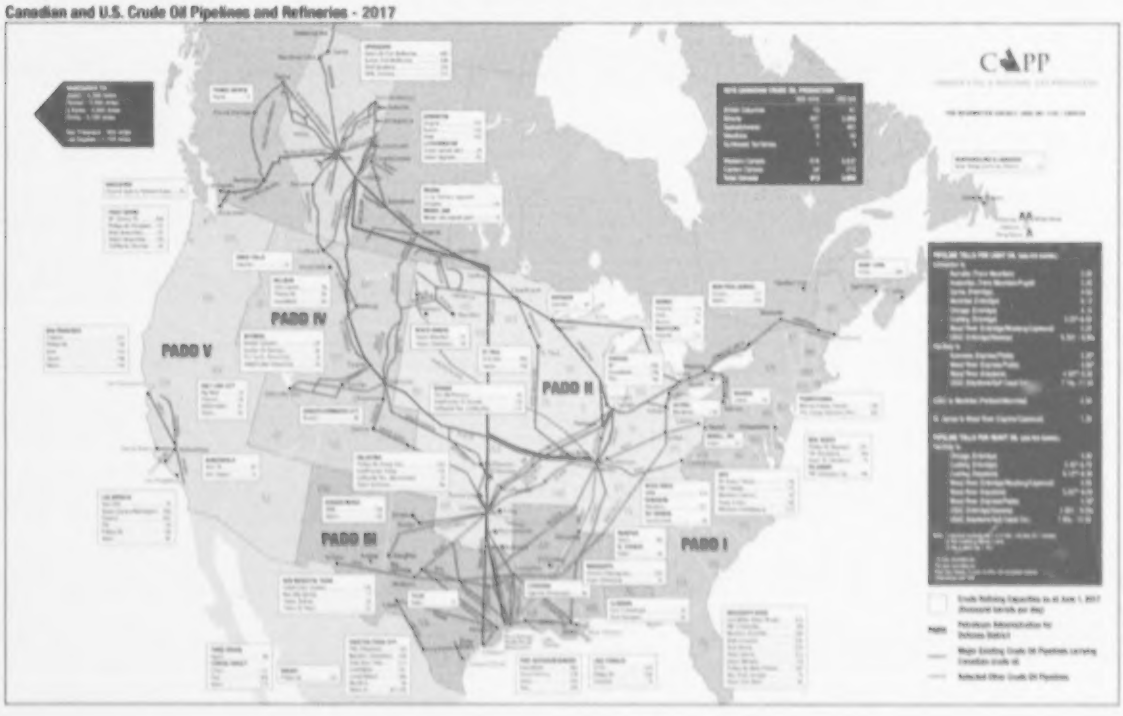
Références

American Petroleum Institute (API) (2003) Robust Summary for Crude Oil 2003. [http://www.petroleumhpv.org/~/media/PetroleumHPV/Documents/2011_jan14_Crude%20oil%20category%20Final%20RS%20-%2014%20January%202011.pdf]

Crudemonitor.ca [http://www.crudemonitor.ca/home.php]

Hazardous Substances Data Bank (HSDB) (2011) Crude oil, U.S. National Institute of Medicine. [http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~4kvfRF:7]

Annexe B : Pipelines de pétrole brut au Canada et aux États-Unis



Source : Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP)

Remarque : L'Association canadienne de pipelines d'énergie a une carte interactive indiquant l'emplacement des pipelines de transport et de leurs installations à travers le Canada. [https://cepa.com/fr/]

Annexe C : Classification des pétroliers selon leur taille

Classification AFRA		Flexible Market Scale		Dimensions standards (m) (longueur, largeur, tirant d'eau)
Classe	Port en lourd	Classe	Port en lourd	
Navire-citerne polyvalent	10 000 – 24 999	Transporteur de produits	10 000 – 60 000	
Navires-citernes à rayon d'action moyen	25 000 – 44 999	Panamax	60 000 – 80 000	Longueur = 289,6 Largeur = 32 Tirant d'eau = 12
LR1 (Large Range 1)	45 000 – 79 999	Aframax	80 000 – 120 000	Longueur = 245 Largeur = 34 Tirant d'eau = 20
LR2 (Large Range 2)	80 000 – 159 999	Suezmax	120 000 – 200 000	Longueur = 285 Largeur = 48 Tirant d'eau = 20,1
Très gros transporteur de brut (TGTB)	160 000 – 319 999	TGTB	200 000 – 320 000	Longueur = 330 Largeur = 58 Tirant d'eau = 31
Ultragros transporteur de brut (UGTB)	320 000 – 549 999	UGTB	320 000 – 550 000	Longueur = 415 Largeur = 63 Tirant d'eau = 35

Référence

Scaling the Tanker Market (2002) Surveyor, Winter 2002
[https://web.archive.org/web/20070930043604/http://www.eagle.org/NEWS/pubs/pdfs/SurveyorWinter02.pdf]

Annexe D : Exemples d'effets toxicologiques déclarés par suite d'une exposition aiguë au pétrole brut

Manifestations générales	• sentiment de fatigue générale (Campbell, 1993); • épuisement (Janjua, 2006; Lee, 2010; D'Andrea, 2014); • maux de dos (Morita, 1999; Schvoerer, 2000; Sim, 2010; Na, 2012).
Effets respiratoires*	• irritation de la gorge (maux de gorge) (Campbell, 1993; Lyons, 1999; Morita, 1999; Suarez, 2005; Meo, 2009; Lee, 2010; Perez, 2016); • écoulement nasal (Meo, 2009; Sim, 2010; Perez, 2016); • toux (Meo, 2009; Lee, 2010, D'Andrea, 2014); • essoufflement (Lee, 2010; D'Andrea, 2014); • effets négatifs sur les paramètres de la fonction pulmonaire (Meo, 2009).
Effets gastro-intestinaux	• nausées (Campbell, 1993; Schvoerer, 2000; Carrasco, 2007; Janjua, 2006; Lee, 2010); • vomissements (Carrasco, 2006).
Effets sur le système nerveux central	• maux de tête (Campbell, 1993; Lyons, 1999; Morita, 1999; Bosch, 2003; Janjua, 2006; Sim, 2010; D'Andrea, 2014); • étourdissements (Carrasco, 2006; Lee, 2010; D'Andrea, 2013); • picotements dans les membres (Lee, 2010); • bouffées de chaleur (Lee, 2010); • somnolence (Sim, 2010).
Effets cutanés	• lésions cutanées, y compris des érosions, des cloques et des éruptions cutanées chez les travailleurs affectés au nettoyage du déversement dont la peau a été directement en contact avec du pétrole brut (D'Andrea, 2013; Sim, 2010); • démangeaisons (Ordinioha, 2010; Lee, 2010); • éruption cutanée (Bosch, 2003).
Effets oculaires	• démangeaisons oculaires (Campbell, 1993; Carrasco, 2006); • irritation des yeux (Lyons, 1999; Ordinioha, 2010; Lee, 2010).
* Les effets respiratoires peuvent découler : a) de la toxicité directe liée à l'inhalation d'émanations de pétrole brut ou à l'inhalation de fumée dégagée par le pétrole qui brûle (brûlures thermiques ou chimiques); b) de l'aspiration des liquides gastriques, en particulier chez les sujets inconscients; c) de l'absorption gastro-intestinale d'hydrocarbures provoquant par la suite une toxicité pulmonaire par voie systémique.	
Remarque : Voir l'Annexe E : Études épidémiologiques sur les effets physiques et physiologiques chez l'humain de l'exposition à un déversement de pétrole pour obtenir un résumé des effets toxicologiques déclarés.	

Remarque : Afin de montrer l'aspect général des effets toxicologiques, un exemple a été sélectionné pour chaque incident (voir l'Annexe D : Exemples d'effets toxicologiques déclarés par suite d'une exposition aiguë au pétrole brut pour obtenir un résumé des effets déclarés).

Références :

Bosch X. (2003) Exposure to oil spill has detrimental effect on clean-up workers' health. Lancet. 2003 Jan 11;361(9352):147. PMID : 12531588

Campbell D, Cox D, Crum J, Foster K, Christie P, Brewster D. (1993) Initial effects of the grounding of the tanker Braer on health in Shetland. The Shetland Health Study Group. BMJ. 1993 Nov 13;307(6914):1251-5. PMID : 8281057

Carrasco JM, Lope V, Pérez-Gómez B, Aragonés N, Suárez B, López-Abente G, Rodríguez-Artalejo F, Pollán M. Association between health information, use of protective devices and occurrence of acute health problems in the Prestige oil spill clean-up in Asturias and Cantabria (Spain): a cross-sectional study. BMC Public Health. 2006 Jan 3;6:1. PMID : 16390547

D'Andrea MA, Reddy GK (2013) Health consequences among subjects involved in Gulf oil spill clean-up activities. Am J Med. 2013 Nov;126(11):966–74. PMID : 24050487

D'Andrea MA, Reddy GK (2014) Crude oil spill exposure and human health risks. J Occup Environ Med. 2014 Oct;56(10):1029-41 PMID : 25285825

Janjua NZ, Kasi PM, Nawaz H, Farooqui SZ, Khuwaja UB, Najam-ul-Hassan, Jafri SN, Lutfi SA, Kadir MM, Sathiakumar N. (2006) Acute health effects of the Tasman Spirit oil spill on residents of Karachi, Pakistan, BMC Public Health. 2006 Apr 3;6:84. PMID : 16584541

Lee CH, Kang YA, Chang KJ, Kim CH, Hur JI, Kim JY, Lee JK (2010) Acute health effects of the Hebei oil spill on the residents of Taean, Korea. J Prev Med Public Health. 2010 Mar;43(2):166-73. PMID : 20383050

Lyons RA, Temple JM, Evans D, Fone DL, Palmer SR (1999) Acute health effects of the Sea Empress oil spill. J Epidemiol Community Health. 1999 May;53(5):306-10. PMID : 10396538

Meo SA, Al-Drees AM, Rasheed S, Meo IM, Al-Saadi MM, Ghani HA, Alkandari JR.(2009) Health complaints among subjects involved in oil cleanup operations during oil spillage from a Greek tanker "Tasman Spirit". Int J Occup Med Environ Health. 2009;22(2):143-8. PMID : 19546094

Morita A, Kusaka Y, Deguchi Y, Moriuchi A, Nakanaga Y, Iki M, Miyazaki S, Kawahara K (1999) Acute health problems among the people engaged in the cleanup of the Nakhodka oil spill. Environ Res. 1999 Oct;81(3):185-94. PMID : 10585014

Na JU, Sim MS, Jo IJ, Song HG (2012) The duration of acute health problems in people involved with the cleanup operation of the Hebei Spirit oil spill, Mar Pollut Bull. 2012 64(6):1246-51 PMID : 22491025

Ordinioha B, Sawyer W (2010) Acute health effects of a crude oil spill in a rural community in Bayelsa State, Nigeria. Niger J Med. 2010 Apr-Jun;19(2):140-4. PMID : 20642076

Schvoerer C, Gourier-Frery C, Ledrans M, Germonneau P, Derrien J, Prat M, Mansotte F, Guillaumot P, Tual F, Vieuxbled J, Marzin M (2000) Étude épidémiologique des troubles de santé survenus à court terme chez les personnes ayant participé au nettoyage des sites pollués par le fioul de l'Erika [http://www.invs.sante.fr/publications/erika3/raprmaree_dist.pdf]

Sim MS, Jo IJ, Song HG (2010) Acute health problems related to the operation mounted to clean the Hebei Spirit oil spill in Taean, Korea. Mar Pollut Bull. 2010 Jan;60(1):51-7. PMID : 19815241

Suárez B, Lope V, Pérez-Gómez B, Aragonés N, Rodríguez-Artalejo F, Marqués F, Guzmán A, Viloria LJ, Carrasco JM, Martín-Moreno JM, López-Abente G, Pollán M (2005) Acute health problems among subjects involved in the cleanup operation following the Prestige oil spill in Asturias and Cantabria (Spain). Environ Res. 2005 Nov;99(3):413-24. PMID : 16307984

Annexe E : Études épidémiologiques sur les effets physiques et physiologiques chez l'humain de l'exposition à un déversement de pétrole

Remarque : Les études sur la génotoxicité, l'immunotoxicité et la toxicité endocrinienne sont exclues du tableau. Elles sont examinées par Laffon *et al.* (2016).

Légende pour les réviseurs :

H = Ha M, Lee WJ, Lee S, Cheong HK (2008) A literature review on health effects of exposure to oil spill. J Prev Med Public Health. 2008 Sep;41(5):345-54. PMID : 18827503

A = Aguilera F, Méndez J, Pásaro E, Laffon B (2010) Review on the effects of exposure to spilled oils on human health. J Appl Toxicol. 2010 May;30(4):291-301. PMID : 20499335

L et N = Levy BS, Nassetta WJ (2011) The adverse health effects of oil spills: a review of the literature and a framework for medically evaluating exposed individuals. Int J Occup Environ Health. 2011 Apr-Jun;17(2):161-7. PMID : 21618948

G = Goldstein BD, Osofsky HJ, Lichtveld MY (2011) The Gulf oil spill. N Engl J Med. 2011 Apr 7;364(14):1334-48. PMID : 21470011

E = Eykelbosh, A (2014) Les effets sanitaires des marées noires et leurs implications pour la planification et la recherche en santé publique. Centre de collaboration nationale en santé environnementale, Vancouver Coastal Health. [http://www.ccnse.ca/sites/default/files/Effets_sanitaires_marees_noires_novembre_2014.pdf]

D et R = D'Andrea MA, Reddy GK (2014) Crude oil spill exposure and human health risks. J Occup Environ Med. 2014 Oct;56(10):1029-41 PMID : 25285825

L = Laffon B, Pásaro E, Valdiglesias V (2016) Effects of exposure to oil spills on human health: Updated review. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2016;19(3-4):105-28. PMID : 27221976

J = Jung D, Kim JA, Park MS, Yim UH, Choi K (2017) Human health and ecological assessment programs for Hebei Spirit oil spill accident of 2007: Status, lessons, and future challenges. Chemosphere. 2017 ;173:180-189. PMID : 28110007

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
***Braer* (5 janvier 1993)** Sud-ouest des îles Shetland, Royaume-Uni; rejet de 85 000 tonnes de pétrole brut sur une période de six jours; pulvérisation aérienne de dispersants dans le cadre de la gestion de l'incident.				
H, A, L et N, D et R, E	Campbell D, Cox D, Crum J, Foster K, Christie P, Brewster D (1993) Initial effects of the échouement of the tanker Braer on health in Shetland. The Shetland Health Study Group. BMJ. 1993 Nov 13;307(6914):1251–5. PMID : 8281057	Étude transversale. Échantillonnage de l'environnement à partir du 10 janvier et échantillonnage aux fins d'évaluation de la santé du 13 au 21 janvier.	Participants : 420 résidents exposés, dans un rayon de 4,5 km de l'endroit où le pétrolier s'est échoué, et 92 résidents témoins. Questionnaires sur le profil démographique, sur le tabagisme et la consommation d'alcool ainsi que sur la perception de la santé et la présence ou l'absence de symptômes précis; mesure du débit expiratoire de pointe et résultats des analyses sanguines, des tests de la fonction hépatique et de la fonction rénale et de l'analyse toxicologique du sang et de l'urine.	Par rapport aux témoins, les résidents exposés présentaient une incidence accrue de maux de tête (rapport de cotes [RC], 5,75; intervalle de confiance [IC] à 95 %, 2,47 à 14,08), d'irritation de la gorge (RC, 7,03; IC à 95 %, 3,02 à 17,18) et de démangeaisons oculaires (RC, 6,72; IC à 95 %, 2,53 à 19,45), en particulier le premier et le deuxième jour suivant l'exposition ou lorsque l'odeur était présente. Une irritation de la peau, des nausées et de la fatigue ont également été mentionnées. Aucune différence significative n'a été observée entre les résidents exposés et les témoins en ce qui concerne les résultats de l'examen fonctionnel respiratoire, des tests de la fonction hépatique et de la fonction rénale, de l'analyse d'urine et des analyses sanguines. Les études toxicologiques n'ont fait ressortir aucune exposition ayant des effets connus sur la santé humaine. Un métabolite urinaire du toluène a été détecté chez un plus grand pourcentage de résidents exposés que de témoins.
H, A, G, D et R, E	Crum JE. (1993) Peak expiratory flow rate in schoolchildren living close to Braer oil spill. BMJ. 1993 Jul 3;307(6895):23–4. 64 PMID : 8343663	Étude transversale auprès d'enfants vivant dans un rayon de 5 km du lieu du naufrage.	Participants : 44 enfants, 3 jours après le déversement, et 56 enfants, de 9 à 12 jours après le déversement. Débit expiratoire de pointe au jour 3; volume expiratoire maximal et capacité vitale forcée aux jours 9 à 12. Utilisation d'un débitmètre Mini-Wright et d'un spiromètre de poche.	Le débit expiratoire de pointe et les résultats de l'examen fonctionnel respiratoire se situaient dans les limites de la normale chez les enfants en santé et chez six enfants asthmatiques aux jours 3, 9 ou 12 après le déversement.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
H, A, G, D et R, E	Campbell D, Cox D, Crum J, Foster K, Riley A (1994) Later effects of échouement of tanker Braer on health in Shetland. Br Med J. 1994 Sep 24;309(6957):773–4. PMID : 7950562	Suivi, en juin 1993, de l'étude de Campbell *et al.* menée en janvier 1993.	Participants : 344 des 420 résidents exposés et 77 des 92 témoins de l'étude antérieure, dans le but d'évaluer les effets plus tardifs. Questionnaire sur l'état de santé général. Débit expiratoire de pointe, analyse d'urine, analyses sanguines et tests de la fonction hépatique et de la fonction rénale.	Les résidents exposés ont été plus nombreux que les témoins à déclarer être en mauvaise santé ($P < 0,05$) ou avoir une santé déclinante ($P < 0,001$) et une dyspnée d'effort (RC, 4,81; IC à 95 %, 1,09 à 29,92). Chez les résidents exposés, les cas d'irritation de la gorge, de démangeaisons oculaires et de maux de tête étaient moins fréquents qu'immédiatement après le déversement. Aucune différence significative n'a été observée entre les résidents exposés et les témoins en ce qui concerne les résultats de l'examen fonctionnel respiratoire, des tests de la fonction hépatique et de la fonction rénale, de l'analyse d'urine et des analyses sanguines.
***Sea Empress* (15 février 1996)** Milford Haven; rejet de 73 000 tonnes de pétrole brut près d'une région densément peuplée, accompagné de fortes odeurs détectables dans la région; 200 km de littoral sont touchés.				
H, A, L et N, G, D et R, E	Lyons R, Temple J, Evans D (1999) Acute health effects of the Sea Empress oil spill. J Epidemiol Community Health. 1999;53:306–10. PMID : 10396538	Étude de cohorte rétrospective menée sept semaines après le déversement et portant sur les symptômes présents au cours des quatre premières semaines ayant suivi le déversement.	Le questionnaire, envoyé par la poste, comprenait des questions sur le profil démographique et sur les croyances relatives aux effets du pétrole sur la santé, une liste de vérification des symptômes, l'échelle hospitalière de mesure de l'anxiété et de la dépression et l'échelle SF-36 sur la santé mentale. Participants : 539 résidents exposés et 550 résidents témoins vivant dans des localités situées le long de la côte du pays de Galles.	La hausse significative des maux de tête et de l'irritation des yeux et de la gorge chez les résidents exposés a été imputée aux effets toxicologiques de l'exposition, et la hausse des scores d'anxiété et de dépression a été imputée aux effets du déversement sur la santé mentale. En tout, 23 % des résidents exposés croyaient que le déversement de pétrole avait eu une incidence négative sur leur santé, comparativement à 2 % des témoins. Le fait d'habiter dans une collectivité exposée a été associé à des scores plus élevés d'anxiété ($P = 0,04$) et de dépression ($P = 0,049$), ainsi qu'à des scores plus faibles à l'échelle SF-36 sur la santé mentale ($P = 0,002$).

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
H, A, D et R, E	Gallacher J, Bronstering K, Palmer S, Fone D, Lyons R (2007) Symptomatology attributable to psychological exposure to a chemical incident: a natural experiment. J Epidemiol Community Health. 2007 Jun;61(6):506–12. PMID : 17496259	Étude transversale menée sept semaines après le déversement et axée sur les symptômes psychologiques aigus causés par l'exposition ou par la perception entourant l'exposition.	Des questionnaires sur les symptômes toxiques et non toxiques aigus ont été envoyés par la poste à un échantillon aléatoire de 1 585 adultes âgés de 18 à 65 ans de quatre localités côtières exposées et de deux localités côtières témoins. En tout, 1 089 homme et femmes de 18 à 65 ans y ont répondu, ce qui donne un taux de participation de 69 % (539 résidents exposés et 550 résidents témoins). Score à l'échelle hospitalière de mesure de l'anxiété et de la dépression.	Les effets sur la santé physique étaient associés à l'exposition physique; les effets sur la santé mentale (notamment l'anxiété) étaient associés au risque perçu et étaient présents tant dans les localités qui avaient été touchées que dans celles qui n'avaient pas été touchées.
***Nakhodka* (2 janvier 1997)** Nord-est des îles Oki, mer du Japon, Japon; rejet de plus de 6 000 tonnes de mazout brut.				
H, A, L et N, G, D et R, E	Morita A, Kusaka Y, Deguchi Y, Moriuchi A, Nakanaga Y, Iki M, Miyazaki S, Kawahara J (1999) Acute health problems among the people engaged in the cleanup of the Nakhodka oil spill. Environ Res. 1999;81(3):185–94. PMID : 10585014	Étude transversale sur les problèmes de santé aigus, trois semaines après le déversement.	Participants : 282 résidents locaux ayant participé, entre le 7 et le 20 janvier, aux opérations de nettoyage d'une île fortement exposée. Nombre moyen de jours consacrés aux activités de nettoyage : 4,7 pour les hommes et 4,3 pour les femmes. Entrevues à domicile effectuées par du personnel infirmier de la santé publique. En tout, 97 échantillons d'urine ont été recueillis. Quatre travailleurs ont utilisé des échantillonneurs d'air individuels pour évaluer l'exposition au benzène, au toluène et aux xylènes durant les activités de nettoyage.	Des douleurs lombaires, des maux de tête, une irritation des yeux et de la gorge et des douleurs aux jambes ont été associés à la durée des activités de nettoyage. Ces effets, tout comme la fatigue et les nausées, ne se sont pas atténués immédiatement. On a observé au moins un symptôme chez 78,7 % des femmes et chez 56,7 % des hommes. La concentration de benzène la plus élevée s'établissait à 1,85 ppb (à titre de comparaison, la moyenne acceptable pour une période de huit heures en milieu de travail aux États-Unis est fixée à 1000 ppb). On n'a observé aucune augmentation de l'indicateur urinaire de l'exposition au benzène chez les travailleurs. Trois travailleurs présentaient une légère augmentation de l'indicateur urinaire de l'exposition au toluène.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
***Erika* (12 décembre 1999)** Sud de Penmarch, Bretagne, France; déversement total de 28 000 tonnes de mazout lourd; environ 500 km de littoral sont touchés.				
A, G, D et R	Schvoerer C, Gourier-Frery C, Ledrans M *et al.* (2000) Étude épidémiologique des troubles de santé survenus à court terme chez les personnes ayant participé au nettoyage des sites pollués par le fioul de l'*Erika* [http://www.invs.sante.fr/publications/erika3/rapmaree_dist.pdf]	Étude transversale sur les problèmes de santé survenus à court terme.	Participants : 1 465 professionnels et bénévoles ayant participé au nettoyage. Questionnaires envoyés par la poste et entrevues téléphoniques.	Dans l'ensemble, 7,5 % des participants ont déclaré s'être blessés et 53 % ont signalé la survenue d'autres problèmes de santé : douleurs lombaires (30 %), céphalées (22 %), irritations cutanées (16 %), irritations oculaires (9 %), gêne respiratoire (7 %) et nausées (6 %). La durée des travaux de nettoyage s'est avérée un facteur de risque. Les femmes présentaient un risque plus élevé de subir des effets à court terme sur la santé. Chez les bénévoles, le manque d'information en matière de sécurité était associé à un risque accru d'irritations cutanées (RC, 1,83; IC à 95 %, 1,21 à 2,77), de problèmes musculosquelettiques (RC, 2,36; IC à 95 %, 1,30 à 4,30) et de maux de dos (RC, 1,45; IC à 95 %, 1,07 à 1,96).
H, A, G, D et R	Baars BJ (2002) The wreckage of the oil tanker 'Erika' human health risk assessment of beach cleaning, sunbathing and swimming. *Toxicol. Lett.* 128: 55–68. PMID : 11869817	Évaluation des risques toxicologiques potentiels pour les personnes ayant participé aux activités de nettoyage et pour les touristes.	Caractérisation des risques fondée sur l'hypothèse d'une possible exposition durant les activités de nettoyage ou les activités touristiques. Niveaux d'exposition aux HAP et au benzène fondés sur l'extrapolation des valeurs mesurées.	Le risque pour la population générale est limité. Risque accru d'irritation de la peau et de dermatite et risque très limité de tumeur cutanée pour les personnes dont les mains nues ont été en contact avec le mazout. Les risques à long terme de cancer sont considérés comme étant généralement négligeables.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
H, A, G, D et R	Dor F, Bonnard R, Gourier-Fréry C, Cicolella A, Dujardin R, Zmirou D (2003) Health risk assessment after decontamination of the beaches polluted by the wrecked ERIKA tanker. Risk Anal 2003;23:1199-208. PMID : 14641894	Analyse du risque de cancer fondée sur la mesure des HAP sur les plages et dans l'eau quatre mois après le déversement et sur la modélisation des concentrations atmosphériques d'HAP volatils.	Détermination de la concentration des 16 HAP désignés par l'EPA dans le sable, dans l'eau et à la surface des rochers de 36 plages polluées puis nettoyées et de 7 plages témoins. Sept scénarios possibles en ce qui concerne l'exposition des personnes ayant utilisé les plages pour des activités touristiques (enfants, adultes et femmes enceintes) ou professionnelles.	Sable et eau légèrement pollués, les valeurs étant comparables à celles obtenues dans les plages témoins. Zones rocheuses encore très polluées. Aucun risque mortel observé chez un jeune enfant qui avait ingéré accidentellement une petite boulette de mazout. Risque accru à vie de cancer de la peau et de tous les autres cancers d'environ 10^{-5} dans les scénarios où il y a eu un contact avec les rochers pollués. Très faible quotient de danger pour les effets tératogènes, sauf dans les scénarios où des femmes enceintes ont marché au milieu de rochers présentant des niveaux élevés de pollution.
Oléoduc d'une compagnie pétrolière, Nigéria (2000)				
L et N, D et R	Ordinioha B, Sawyer W (2010) Acute health effects of a crude oil spill in a rural community in Bayelsa State, Nigeria. Niger J Med. 2010 Apr-Jun;19 (2):140-14. PMID : 20642076	Étude de cohorte rétrospective; comparaison avec un groupe témoin.	Questionnaire rempli par un intervieweur et discussions avec des groupes types. Participants : 210 résidents exposés et 210 témoins.	Différences significatives entre les résidents exposés et les témoins en ce qui concerne la diarrhée, l'irritation des yeux, les démangeaisons cutanées et les lésions professionnelles.
***Prestige* (19 novembre 2002)** Galice, Espagne; rejet d'abord rapide, puis plus lent, de 63 000 tonnes de mazout sur une période de plusieurs mois; plus de 100 000 personnes participent à l'intervention; 900 km de littoral sont touchés, du nord du Portugal au sud de la France.				
L et N, D et R	Bosch X (2003) Exposure to oil spill has detrimental effect on cleanup workers' health. Lancet. 2003;361:147. PMID : 12531588	Rapport sur les travailleurs qui ont participé aux opérations de nettoyage et qui ont consulté un médecin pour des problèmes de santé entre le 29 novembre et le 3 janvier.	Participants : 711 travailleurs ayant participé aux opérations de nettoyage.	Conjonctivite (167), maux de tête (138), maux de gorge (137), difficulté à respirer (115), vomissements (103), éruptions cutanées (73), douleurs abdominales (42).

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
H, A, G, L et N, D et R, E	Suarez B, Lope V, Pérez-Gómez B, Aragonés N, Rodríguez-Artalejo F, Marqués F, et al (2005) Acute health problems among subjects involved in the cleanup operation following the Prestige oil spill in Asturias and Cantabria (Spain) Environ Res. 2005 Nov;99(3):413–24 PMID : 16307984	Étude transversale. Problèmes de santé aigus chez les personnes ayant participé aux opérations de nettoyage après le déversement. Données recueillies en juin 2003.	Entrevues téléphoniques structurées auprès d'un échantillon stratifié de 799 travailleurs (265 travailleurs rémunérés, 266 bénévoles, 133 marins et 135 personnes affectées au nettoyage des oiseaux); taux de réponse de 62,5 %. Le questionnaire structuré portait sur les tâches précises, le nombre de jours de travail, l'utilisation de l'équipement de protection et les effets aigus sur la santé. Analyses univariées et multivariées.	Taux le plus élevé de blessures (19 %) : chez les personnes ayant effectué le nettoyage des oiseaux. Taux le plus élevé de maux de tête (28,4 %) et d'affections de la gorge et des voies respiratoires (30,4 %) : chez les marins. Analyse multivariée : le fait de travailler plus de 20 jours dans des zones très polluées est associé à des maux de tête (RC, 2,62; IC à 95 %, 1,23 à 5,60), à des nausées, des vomissements et des étourdissements (RC, 2,50; IC à 95 %, 1,09 à 5,74) et à des affections de la gorge et des voies respiratoires (RC, 3,74; IC à 95 %, 1,89 à 7,40). Le nombre plus élevé de symptômes est associé à la perception d'odeurs désagréables et au fait d'avoir mangé tout en travaillant avec du mazout.
H, A, G, L et N, D et R, E	Carrasco JM, Lope V, Pérez-Gómez B, , et al (2006) Association between health information, use of protective devices and occurrence of acute health problems in the Prestige oil spill clean-up in Asturias and Cantabria (Spain): a cross-sectional study. BMC Public Health. 2006 Jan;6:1. PMID : 16390547	Étude transversale sur les répercussions de la communication d'information sur la santé et la sécurité aux travailleurs qui participent aux interventions.	Enquête téléphonique auprès de 799 travailleurs ayant participé aux opérations de nettoyage (133 marins, 135 personnes affectées au nettoyage des oiseaux, 266 bénévoles et 265 travailleurs rémunérés), six mois après le déversement. Même méthode d'entrevue et même population que celles utilisées par Suarez *et al.* (2005). Rapports de cotes tirés de l'analyse de régression logistique.	La communication d'information sur la protection de la santé est associée à l'utilisation de l'équipement et des vêtements de protection. Participants n'ayant pas été informés : risque considérablement accru de démangeaisons oculaires (RC, 2,89; IC à 95 %, 1,21 à 6,90), de nausées, vomissements ou étourdissements (RC, 2,25; IC à 95 %, 1,17 à 4,32) et d'affections de la gorge et des voies respiratoires (RC, 2,30; IC à 95 %, 1,15 à 4,61). Risque considérablement accru de maux de tête (RC, 3,86; IC à 95 %, 1,74 à 8,54) et de problèmes respiratoires (RC, 2,43; IC à 95 %, 1,02 à 5,79) chez les travailleurs rémunérés n'ayant pas été informés. Les marins (groupe le plus exposé) étaient les moins informés et ils affichaient le plus haut taux de problèmes toxicologiques.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
H, A, G, D et R, E	Zock J-P, Rodríguez-Trigo G, Pozo-Rodríguez F, et al. (2007) Prolonged respiratory symptoms in clean-up workers of the Prestige oil spill. Am J Respir Crit Care Med. 2007 Sep 15;176(6):610–6. PMID : 17556713	Étude de cohorte longitudinale, menée de 12 à 24 mois après le déversement, sur l'association entre la participation aux travaux de nettoyage et les symptômes respiratoires chez les personnes exposées.	Questionnaire remis aux membres de coopératives de pêcheurs (4 594 hommes et 2 186 femmes); taux de réponse de 76 %. Comparaison des membres qui ont participé aux interventions à la suite du déversement et des membres qui n'y ont pas participé.	Prévalence des symptômes touchant les voies respiratoires inférieures significativement plus élevée chez les membres exposés que chez les membres non exposés (RC, 1,73; IC à 95 %, 1,54 à 1,94). Ces symptômes augmentent avec le nombre de jours d'exposition, le nombre d'heures d'exposition par jour, le nombre d'activités et le manque d'ÉPI. Bien que le risque de présenter des symptômes touchant les voies respiratoires inférieures diminue avec le temps, il demeure élevé à 20 mois.
D et R, E, L	Rodríguez-Trigo G, Zock J-P, Pozo-Rodríguez F, et al. (2010) Health changes in fishermen 2 years after clean-up of the Prestige oil spill. Ann Intern Med 2010 Oct 19,153 (8):489–98. PMID : 20733177	Étude de cohorte (faisant suite à l'étude de Zock *et al.*, 2007) auprès de 501 pêcheurs exposés et de 177 pêcheurs non exposés, deux ans après le déversement.	Questionnaire sur la participation aux activités de nettoyage. Symptômes respiratoires, spirométrie forcée, test de provocation bronchique à la méthacholine, marqueurs du stress oxydatif, inflammation des voies respiratoires et activité des facteurs de croissance dans le condensat d'air exhalé.	Les pêcheurs exposés avaient un risque accru de présenter des symptômes aux voies respiratoires inférieures (différence de risque, 8,0 [IC à 95 %, 1,1 à 14,8]). Aucune différence dans la fonction respiratoire n'a été observée entre les pêcheurs exposés et les témoins. Le risque d'afficher des taux élevés de 8-isoprostane, de facteur de croissance de l'endothélium vasculaire et de facteur de croissance basique des fibroblastes semblait augmenter avec l'intensité de l'exposition associée aux travaux de nettoyage.
D et R, E, L	ZockJ-P, Rodríguez-Trigo G, Rodríguez-Rodríguez E, et al. (2012) Persistent respiratory symptoms in clean-up workers 5 years after the Prestige oil spill. Occup Environ Med 2012 Jul,69(7):508–13. PMID : 22539655	Étude de cohorte (faisant suite à l'étude de Zock *et al.*, 2007) auprès de 466 pêcheurs exposés et de 156 pêcheurs non exposés, cinq ans après le déversement.	Questionnaire sur la participation aux activités de nettoyage, les symptômes aux voies respiratoires supérieures et inférieures, les allergies, l'anxiété et les croyances du participant quant aux effets du déversement de mazout sur sa santé.	Légère baisse de la prévalence des symptômes touchant les voies respiratoires inférieures (notamment respiration sifflante, essoufflement, toux et mucosités) dans les deux groupes, mais la prévalence demeurait plus élevée chez les pêcheurs exposés (RR, 1,4; IC à 95 %, 1,1 à 1,9). Le risque de présenter des symptômes respiratoires persistants (observés lors de l'étude initiale et lors de l'étude de suivi) augmentait avec le degré d'exposition (RR, 1,7; IC à 95 %, 0,9 à 3,1 et 3,3; IC à 95 %, 1,8 à 6,2) chez les pêcheurs modérément et fortement exposés, respectivement, comparativement aux pêcheurs qui ne présentaient aucun symptôme. En ce qui concerne les symptômes nasaux et l'utilisation de médicaments pour des affections respiratoires, les résultats étaient semblables.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, L	Zock, J-P, Rodríguez-Trigo G, Rodríguez-Rodríguez E, et al. (2014) Evaluation of the persistence of functional and biological respiratory health effects in clean-up workers 6 years after the Prestige oil spill. Environ Int 2014 Jan,62:72–77. PMID : 24184661	Étude transversale (faisant suite aux études de Zock *et al.*, 2007 et 2012) et comparaison avec l'évaluation antérieure (Rodríguez-Trigo *et al.*, 2010). Suivi d'une durée de quatre ans, six ans après le nettoyage, visant à déterminer la persistance des effets d'ordre fonctionnel et biologique sur la santé respiratoire de pêcheurs n'ayant jamais fumé et qui ont été exposés (n = 158) ou non (n = 57) au mazout.	Questionnaire sur la participation aux activités de nettoyage. Symptômes respiratoires, spirométrie forcée, test de provocation bronchique à la méthacholine, marqueurs du stress oxydatif, inflammation des voies respiratoires et activité des facteurs de croissance dans le condensat d'air exhalé.	Au cours de la période de suivi de quatre ans, la fonction respiratoire, l'hyperréactivité bronchique et les taux de facteurs de croissance et de biomarqueurs du stress oxydatif provenant des voies respiratoires se sont dégradés bien davantage chez les pêcheurs non exposés que chez les pêcheurs exposés. Au moment du suivi, les indicateurs de la santé respiratoire étaient semblables ou meilleurs chez les pêcheurs ayant participé aux travaux de nettoyage que chez ceux qui n'y avaient pas participé. Aucune différence notable n'a été observée entre les pêcheurs fortement exposés et les pêcheurs modérément exposés. Aucun effet à long terme sur la santé respiratoire des pêcheurs ayant participé aux travaux de nettoyage n'a été décelé six ans après le déversement de mazout du *Prestige*.
***Tasman Spirit* (23 juillet 2003)** Au large de Karachi, Pakistan, juillet 2003; le pétrolier contient 68 000 tonnes de pétrole brut; selon les estimations, 28 000 tonnes atteignent le littoral et 11 000 tonnes s'évaporent en dégageant une odeur âcre. Les composés organiques volatils dans les régions avoisinantes atteignent des concentrations de 44 à 179 ppm durant au moins 15 à 20 jours.				
H, A, G, L et N, D et R, E	Janjua NZ, Kasi PM, Nawaz H, Farooqui SZ, et al. (2006) Acute health effects of the Tasman Spirit oil spill on residents of Karachi, Pakistan. BMC Public Health. 2006 Jan;6:84. PMID : 16584541	Étude transversale. Effets aigus sur la santé de 216 résidents de la localité exposée. Groupe témoin A : 83 personnes vivant à 2 km de la localité exposée; groupe témoin B : 101 personnes vivant à 20 km de la localité exposée.	Entrevues auprès de ménages. Questionnaires sur les symptômes aigus, sur la perception du rôle du déversement dans l'apparition de problèmes de santé et sur l'anxiété relative aux effets du déversement sur la santé. Le score relatif aux symptômes repose sur la réponse donnée pour chacun des 48 symptômes.	Score relatif aux symptômes : le score moyen s'élevait à 14,1 dans le groupe exposé, à 4,4 dans le groupe témoin A et à 3,8 dans le groupe témoin B. Le groupe exposé affichait des taux significativement plus élevés de symptômes oculaires, respiratoires et cutanés, de maux de tête, d'irritabilité, de fièvre et de fatigue généralisée. Les taux de respiration sifflante et d'essoufflement pendant la période du déversement étaient plus élevés dans le groupe exposé (6 %) que dans les groupes témoins (1,2 % et 0 %).

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
H, A, G, D et R	Khurshid R, Sheikh MA, Iqbal S. (2008) Health of people working/living in the vicinity of an oil-polluted beach near Karachi, Pakistan. East Mediterr Health J. 2008 Jan-Feb; 14(1):179-82. PMID : 18557466	Étude transversale. Échantillons de sang de 100 résidents et travailleurs de la région prélevés un mois après le déversement; aucun groupe témoin.	Numération formule sanguine et tests de la fonction hépatique et de la fonction rénale. Teneur en hydrocarbures et en matières organiques des échantillons d'eau de mer et de sable.	L'eau de mer ne contenait aucune trace d'hydrocarbures. Les concentrations de lymphocytes et d'éosinophiles avaient légèrement augmenté. Quelque 11 personnes affichaient une concentration élevée de sérum glutamopyruvique transaminase (SGPT) – non significative. Certaines hausses de l'alanine aminotransférase (ALAT) ont été observées.
H, A, G, E	Meo SA, Al-Drees AM, Meo IMU, Al- Saadi MM, Azeem MA (2008) Lung function in subjects exposed to crude oil spill into sea water. Mar Pollut Bull 2008;Jan,56(1):88-94. PMID : 18031764	Étude transversale et longitudinale sur la fonction respiratoire un mois après le déversement. Participants : 20 hommes non-fumeurs apparemment en santé ayant participé aux travaux de nettoyage et 31 témoins non exposés, un mois et un an après le déversement.	Spirométrie.	Par rapport aux témoins, les sujets exposés affichaient des valeurs plus basses pour la capacité vitale forcée (3,70 ± 0,12 contre 4,67 ± 0,11 L, P < 0,001), le volume expiratoire maximal par seconde (2,82 ± 0,17 contre 3,58 ± 0,07 L, P < 0,001), le débit expiratoire maximal moyen à 25 % – 75 % de la capacité vitale forcée (2,85 ± 0,30 contre 3,87 ± 0,22 L/s, P = 0,02) et la ventilation maximale volontaire (105,85 ± 6,72 contre 134,61 ± 2,88 L/min, P = 0,001). Un an plus tard, les résultats des travailleurs exposés étaient semblables à ceux des témoins.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
D et R, L et N, E, L	Meo S, Al-Drees A, Rasheed S, Meo IM, et al. (2009a) Health complaints among subjects involved in oil cleanup operations during oil spillage from a Greek tanker "Tasman Spirit". Int J Occup Med Environ Health. 2009;22(2):143–8. PMID : 19546094	Étude transversale. Problèmes de santé chez 50 hommes non-fumeurs apparemment en santé ayant participé aux travaux de nettoyage et 50 témoins non exposés, un mois et un an après le déversement.	Questionnaire normalisé : introduction générale, antécédents familiaux, description des travaux, consommation de tabac fumé ou chiqué, problèmes respiratoires et problèmes de santé généraux.	Par rapport aux témoins appariés, les sujets ayant participé aux opérations de nettoyage affichaient des taux beaucoup plus élevés de problèmes de santé : toux (38 %), écoulement nasal (36 %), rougeur ou irritation des yeux (32 %), maux de gorge (28 %), maux de tête (28 %), nausées (24 %) et maladie d'ordre général (18 %).
D et R, L	Meo S, Al-Drees A, Rasheed S, et al. (2009b) Effect of duration of exposure to polluted air environment on lung function in subjects exposed to crude oil spill into sea water. Int J Occup Med Environ Health 2009. 22(1):35–41. PMID : 19351614	Étude transversale sur la fonction respiratoire chez 31 hommes non-fumeurs apparemment en santé ayant participé aux travaux de nettoyage et 31 témoins.	Spirométrie.	Les sujets exposés à l'air pollué pendant des périodes de plus de 15 jours présentaient une réduction significative de la capacité vitale forcée, du volume expiratoire maximal par seconde, du débit expiratoire maximal moyen à 25 % – 75 % de la capacité vitale forcée et de la ventilation maximale volontaire.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
***Hebei Spirit* (2007)** Taean, Corée; 10 900 tonnes de pétrole brut.				
L, J	Kim BM[1], Park Ek, LeeAn SY, et al. (2009) BTEX exposure and its health effects in pregnant women following the Hebei Spirit oil spill J Prev Med Public Health. 2009 Mar;42(2):96-103. PMID : 19349738	Étude transversale, de deux à trois mois après le déversement. Effets de l'exposition aux BTEX sur la santé de 80 femmes enceintes de la région de Taean.	Enquête par questionnaire visant à connaître les effets sur la santé. Les niveaux d'exposition aux BTEX ont été estimés à l'aide du modèle de dispersion CALPUFF.	Les femmes enceintes qui vivaient près du lieu de l'accident ont déclaré davantage d'irritation des yeux et de maux de tête que celles qui vivaient plus loin. Les femmes enceintes exposées à des niveaux cumulatifs ambiants plus élevés de xylènes ont été significativement plus nombreuses à déclarer avoir ressenti des symptômes cutanés (RC, 8,01; IC à 95 %, 1,74 à 36,76) le jour suivant l'accident, et des douleurs abdominales (RC, 3,86; IC à 95 %, 1,02 à 14,59 pour l'éthylbenzène et RC, 6,70; IC à 95 %, 1,82 à 24,62 pour les xylènes) au cours des quatre premiers jours suivant l'accident.
E, L, J	Lee S-M, Ha M, Kim E-J, et al. (2009) The effects of wearing protective devices among residents and volunteers participating in the cleanup of the Hebei Spirit oil spill. J Prev Med Public Health 2009 Mar;42(2):89–95. PMID : 19349737	Étude transversale. Effets protecteurs du port de l'équipement de protection au moment de l'exposition, et symptômes chez les 288 résidents et les 724 bénévoles qui ont participé aux travaux de nettoyage.	Des questionnaires sur les symptômes ont été remplis de la deuxième à la sixième semaine suivant l'accident. Des échantillons d'urine ponctuels ont été recueillis et analysés afin de détecter les métabolites de quatre composés organiques volatils (COV), de deux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de six métaux lourds.	L'équipement de protection a été utilisé par 39 à 98 % des résidents et par 62 à 98 % des bénévoles. Les résidents qui ne portaient pas de masque ont été plus nombreux que ceux qui portaient un masque à ressentir de la fatigue et de la fièvre (RC, 4,5; IC à 95 %, 1,23 à 19,86). La concentration urinaire de mercure était significativement plus élevée chez les résidents qui ne portaient pas de vêtements de travail ou de bottes ($P < 0,05$).

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
J	Lee CH, Kang YA, Chang KJ, et al. (2010) Acute health effects of the Hebei oil spill on the residents of Taean, Korea. J Prev Med Public Health. 2010 Mar;43(2):166-73. PMID : 20383050	Étude transversale. Participants : dix adultes, hommes et femmes, de chacun des villages côtiers suivants, souillés par le pétrole : dix villages fortement souillés et dix villages modérément souillés, dans la région de Taean, ainsi que dix villages légèrement souillés, dans la région de Seocheon.	Les sujets ont été interviewés à l'aide d'un questionnaire structuré portant sur les caractéristiques des résidents, les activités de nettoyage, la perception des dangers liés au pétrole, la dépression et l'anxiété ainsi que les symptômes physiques.	Indices d'anxiété et de dépression plus élevés dans les régions fortement et modérément souillées par le pétrole. Augmentation significative du risque de maux de tête, de nausées, d'étourdissements, de fatigue, de fourmillements dans un membre, de bouffées de chaleur, de maux de gorge, de toux, d'écoulement nasal, d'essoufflement, de démangeaisons de la peau, d'éruption cutanée et d'irritation des yeux dans les régions fortement et modérément souillées par le pétrole.
E, L, J	Sim MS, Jo IJ, Song HG (2010) Acute health problems related to the operation mounted to clean the Hebei Spirit oil spill in Taean, Korea. Mar Pollut Bull. 2010; Jan;60(1):51–7. PMID : 19815241	Étude transversale. Problèmes de santé aigus chez 846 travailleurs ayant participé aux opérations de nettoyage pendant une période de 7 à 14 jours.	Questionnaire sur le profil démographique, l'information relative aux opérations, l'exposition au pétrole et l'état de santé.	Pourcentage de travailleurs ayant déclaré les problèmes de santé suivants : symptômes respiratoires (41,0 %), maux de dos (36,4 %), maux de tête (29,3 %), symptômes neurovestibulaires (27,9 %), symptômes oculaires (17,7 %) et lésions cutanées (5 %). L'absence de tenue de protection est associée aux lésions cutanées, aux symptômes oculaires et aux symptômes neurovestibulaires. L'absence de masque de protection est associée aux lésions cutanées, aux maux de tête et aux symptômes neurovestibulaires. Le nombre de jours de travail est lié à un risque accru de survenue de maux de dos et de symptômes respiratoires. Les femmes avaient un risque accru de présenter des maux de dos, des symptômes oculaires et des symptômes neurovestibulaires.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
D et R, E, L, J	Cheong HK, Ha M, Lee JS, et al. (2011) Hebei spirit oil spill exposure and subjective symptoms in residents participating in clean-up activities. Environ Health Toxicol. 2011;26:e2011007. PMID : 22125768	Étude transversale. Relation entre l'exposition au pétrole brut et les symptômes physiques chez les résidents ayant participé aux travaux de nettoyage. Participants : 288 résidents de trois villages qui ont participé aux travaux de nettoyage et 39 résidents non exposés de l'arrière-pays, entre la deuxième et la sixième semaine après le déversement ainsi que huit semaines après le déversement.	Questionnaire sur les symptômes physiques (subjectifs) autodéclarés, les caractéristiques sociodémographiques et les travaux de nettoyage. L'urine de 154 répondants et de 39 résidents de l'arrière-pays a été analysée afin de détecter des métabolites de composés organiques volatils (COV), d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de métaux lourds.	Chez les résidents exposés aux résidus de pétrole lors des travaux de nettoyage, on a observé des associations entre les symptômes physiques et les niveaux d'exposition définis de différentes façons, notamment selon le nombre de jours de travail et le degré de contamination de la peau. Les symptômes (subjectifs) les plus courants étaient les suivants : irritation oculaire, symptômes musculosquelettiques, maux de tête, fatigue ou fièvre, irritation des voies nasales et irritation cutanée. Les analyses d'urine ont révélé une concentration élevée d'un indicateur de l'exposition au styrène. Par ailleurs, des concentrations sanguines élevées de plomb, de mercure et de cadmium ont été observées.
D et R, E, L, J	Ha M, Kwon H, Cheong H-K, et al. (2012) Urinary metabolites before and after cleanup and subjective symptoms in volunteer participants in cleanup of the Hebei Spirit oil spill. Sci Total Environ. 2012 Jul 1;429:167–73. PMID : 22591993	Étude transversale. Statut d'exposition et effets aigus sur la santé de 565 bénévoles ayant participé aux travaux de nettoyage.	Questionnaire sur les symptômes physiques. Métabolites urinaires de COV et d'HAP mesurés chez 105 étudiants universitaires bénévoles, avant et après l'exposition.	Les bénévoles ayant participé plus longtemps aux travaux de nettoyage présentaient une hausse des symptômes physiques, notamment les troubles de la vue, l'irritation des voies nasales et des bronches, les maux de tête, les palpitations, la fatigue et la fièvre, les troubles de la mémoire, les troubles cognitifs et les douleurs abdominales. Les concentrations d'acide t,t-muconique, d'acide mandélique et de 1-hydroxypyrène étaient significativement plus élevées dans les échantillons prélevés après le nettoyage que dans ceux prélevés avant le nettoyage ($p < 0,05$).

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, J	Gwack J, Lee JH, Kang YA, Chang K-J, Lee MS, Hong JY (2012) Acute health effects among military personnel participating in the cleanup of the Hebei Spirit oil spill, 2007, in Taean county, Korea. Osong Public Heal Res Perspect. 2012 Dec;3(4):206–12 PMID : 24159516	Étude transversale auprès de 2 624 militaires ayant participé au nettoyage dès les premiers instants qui ont suivi le déversement et pendant environ cinq semaines.	Questionnaire rempli par les participants. Symptômes autodéclarés : six symptômes d'ordre neurologique (maux de tête, étourdissements, nausées, fatigue, insomnie et bouffées de chaleur), cinq d'ordre respiratoire (maux de gorge, sécheresse de la bouche, écoulement nasal, toux, expectorations), deux d'ordre dermatologique (démangeaisons et rougeurs), trois d'ordre ophtalmique (yeux endoloris, yeux rouges et larmoiements), trois d'ordre général (douleur généralisée, maux de dos, sensation de fièvre). Données sur les facteurs démographiques, sur les facteurs comportementaux liés à la santé (antécédents de tabagisme et utilisation de l'EPI) et sur la participation aux travaux de nettoyage (lieu et durée).	Prévalence des symptômes physiques (subjectifs) associée à la durée des travaux de nettoyage, au travail dans un secteur fortement contaminé et à l'utilisation inadéquate de l'équipement de protection.
D et R, E, L	Na JU, Sim MS, Jo IJ, Song HG (2012) The duration of acute health problems in people involved with the cleanup operation of the Hebei Spirit oil spill. Mar Pollut Bull. 2012 Jun;64(6):1246–51. PMID : 22491025	Étude de cohorte (faisant suite à l'étude de Sim *et al.*, 2010) visant à réexaminer, un an après le déversement, 442 travailleurs ayant participé au nettoyage.	Questionnaire sur le profil démographique, les facteurs de risque ainsi que la persistance et la durée des symptômes.	Durée moyenne des symptômes : symptômes oculaires (9,7 mois), céphalées (8,4 mois), symptômes cutanés (8,3 mois), symptômes neurovestibulaires (6,9 mois), maux de dos (1,8 mois), symptômes respiratoires (2,1 mois). Une corrélation négative a été établie entre la rémission des céphalées et les personnes de sexe féminin. Une corrélation négative a été établie entre la rémission des symptômes oculaires et le nombre total d'heures de participation quotidienne aux opérations de nettoyage.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, L, J	Jung S-C, Kim K-M, Lee K-S, et al. (2013) Respiratory effects of the Hebei Spirit oil spill on children in Taean, Korea. Allergy Asthma Immunol Res. 2013 Nov;5(6):365–70 PMID : 24179682	Étude transversale auprès de 436 enfants vivant à moins de 2 km ou à plus de 2 km du littoral pollué, dans le comté de Taean, fortement touché, un an et demi après le déversement.	Questionnaire modifié de l'International Study of Asthma and Allergies in Childhood. Examen médical, notamment test cutané (prick test), test de la fonction respiratoire et test de provocation bronchique (TPB) à la méthacholine.	Les enfants qui vivaient plus près de la zone touchée par le déversement de pétrole présentaient une diminution significative du volume expiratoire maximal par seconde ainsi qu'une prévalence accrue d'asthme diagnostiqué (d'après le questionnaire) et d'hyperréactivité bronchique (d'après le TPB à la méthacholine) que ceux qui vivaient plus loin de cette zone. L'apparition d'une respiration sifflante après le déversement était beaucoup plus fréquente chez les enfants qui vivaient près de la zone touchée que chez ceux qui vivaient loin de cette zone.
L, J	Noh SR, Cheong HK, Ha M, Eom SY, Kim H, Choi YH, Paek D (2015) Oxidative stress biomarkers in long-term participants in clean-up work after the Hebei Spirit oil spill. Sci Total Environ. 2015 May 15;515-516:207-14. PMID : 25727518	Étude transversale. Relation entre l'exposition au pétrole et le stress oxydatif chez 671 résidents vivant près de la zone touchée. Données recueillies de 14 à 23 mois après le déversement.	Indicateurs d'exposition : durée totale des travaux de nettoyage et taux urinaires de métabolites d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), de 1-hydroxypyrène (1-OHP) et de 2-naphtol. Mesure du stress oxydatif à l'aide d'indicateurs : taux urinaires de malonaldéhyde (MDA) (peroxydation lipidique) et de 8-hydroxy-2'-déoxyguanosine (8-OH-dG) (dommages oxydatifs à l'ADN).	Plus d'un an après le déversement, les taux de biomarqueurs du stress oxydatif étaient beaucoup plus élevés chez les sujets ayant participé plus longtemps aux travaux de nettoyage (MDA : tendance $p < 0,0001$ et 8-OH-dG : tendance $p < 0,0001$). Plus de temps s'étant écoulé depuis la fin du nettoyage, le lien entre la durée totale des travaux et les taux de métabolites d'HAP (1-OHP et 2-naphtol), d'une part, et les taux de biomarqueurs du stress oxydatif (MDA et 8-OH-dG), d'autre part, a encore diminué. Une importante corrélation positive a été établie entre la durée totale des travaux et le taux de 1-OHP, un taux plus élevé ayant été observé chez les sujets dont la participation aux travaux dépassait 100 jours. La hausse des taux de 1-OHP était fortement associée à la hausse des taux de MDA et de 8-OH-dG, après neutralisation des covariables, mais la force de cette association diminuait avec le temps. L'importance de cette association s'est maintenue jusqu'à 12 mois après la dernière participation aux travaux.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
J	Kim JA, Noh SR, Cheong HK, et al. (2017) Urinary oxidative stress biomarkers among local residents measured 6years after the Hebei Spirit oil spill. Sci Total Environ. 2017 Feb 15;580:946-952. PMID : 27993476	Étude de suivi sur les effets à plus long terme du déversement de pétrole chez 476 résidents vivant près de la zone touchée et 152 résidents vivant loin de la zone touchée, six ans après le déversement.	Questionnaire rempli par des intervieweurs qualifiés ou autodéclarations : cueillette de renseignements sur le profil démographique (statut socioéconomique, tabagisme et consommation d'alcool, antécédents de maladie et durée des activités de nettoyage après le déversement). Mesure, dans des échantillons d'urine (12 h), des taux de 8-hydroxy-2'-déoxyguanosine (8-OH-dG) et de malonaldéhyde (MDA) utilisés à titre d'indicateurs des dommages oxydatifs à l'ADN et de la peroxydation lipidique, respectivement. Modèle linéaire général utilisé aux fins de l'analyse statistique.	Les taux urinaires de MDA et de 8-OH-dG mesurés chez les résidents vivant près de la zone touchée (moyenne géométrique de 2,19 µmol/g de créatinine et de 5,41 µg/g de créatinine, respectivement) étaient supérieurs à ceux des résidents vivant loin de la zone touchée. Après neutralisation des covariables pertinentes, les taux urinaires de 8-OH-dG des résidents vivant près de la zone touchée étaient beaucoup plus élevés que ceux des résidents vivant loin de la zone touchée. La durée des activités de nettoyage était fortement associée aux taux urinaires de 8-OH-dG et de MDA. Six ans après le déversement, des associations positives évidentes ont été observées entre les biomarqueurs du stress oxydatif et les indicateurs de l'exposition au pétrole.
Deepwater Horizon (2010) Golfe du Mexique, déversement de 680 000 tonnes de pétrole brut.				
L	Schaum J, Cohen M, Perry S, et al.(2010) Screening level assessment of risks due to dioxin emissions from burning oil from the BP Deepwater Horizon Gulf of Mexico spill. Environ Sci Technol. 2010 Dec 15;44(24):9383-9. PMID : 21073188	Évaluation préliminaire de l'exposition et des risques de cancer que présentent les émissions de dioxines provenant du pétrole brûlé in situ.	Des estimations correspondant à la limite supérieure ont été utilisées pour le coefficient d'émission du pétrole brûlé et pour les concentrations modélisées dans l'air et dans les poissons. De plus, des hypothèses prudentes ont été utilisées pour l'exposition. Par ailleurs, le modèle AERMOD de l'EPA des É.-U. a servi à l'estimation des concentrations atmosphériques dans le voisinage immédiat du pétrole brûlé, et le modèle HYSPLIT de la NOAA a servi à l'estimation des concentrations atmosphériques plus éloignées et des taux de dépôt.	L'estimation du risque accru de cancer sur la vie entière s'établissait à 6×10^{-8} en ce qui concerne l'inhalation par les travailleurs, à 6×10^{-12} en ce qui concerne l'inhalation par les résidents des régions côtières et à 6×10^{-8} en ce qui concerne la consommation de poissons par les résidents. Pour tous les scénarios, l'estimation des risques repose sur les limites supérieures. Par conséquent, les risques réels devraient être moins élevés.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
D et R, E, L	D'Andrea MA, Reddy GK (2013) Health consequences among subjects involved in Gulf oil spill clean-up activities. Am J Med. 2013 Nov;126(11):966–74. PMID : 24050487	Étude transversale rétrospective auprès de 117 travailleurs exposés pendant plus de trois mois au pétrole et aux dispersants, et auprès de 130 témoins.	Collecte de données sur les symptômes somatiques déclarés par les sujets ainsi que de données cliniques provenant de dossiers médicaux : taux de leucocytes, de plaquettes, d'hémoglobine, d'hématocrite, d'azote uréique sanguin, de créatinine, de phosphatase alcaline (PA), d'aspartate aminotransférase (ASAT) et d'alanine aminotransférase (ALAT).	Principaux symptômes somatiques : maux de tête (77 %), essoufflement (71 %), éruption cutanée (59 %), toux chronique (51 %), étourdissements (51 %), fatigue (50 %), douleurs articulaires (49 %), sueurs nocturnes (41 %), douleurs thoraciques (38 %). Diminution significative du taux de plaquettes (× 10^3 par µL) dans le groupe exposé par rapport au groupe témoin (252,1 ± 51,8 contre 269,6 ± 77,3, P = 0,024). Augmentation significative des taux d'hémoglobine (g par dL) et d'hématocrite (%) chez les sujets exposés par rapport aux sujets non exposés (P = 0,000). Les sujets exposés au déversement de pétrole présentaient des taux beaucoup plus élevés de PA (76,3 ± 21,3 contre 61,2 ± 26,9 UI/L, P = 0,000), d'ASAT (31,0 ± 26,3 contre 22,8 ± 11,8 UI/L, P = 0,004) et d'ALAT (34,8 ± 26,6 contre 29,8 ± 27 UI/L, P = 0,054) que les sujets non exposés. On a observé des modifications importantes du profil sanguin, des enzymes hépatiques et des symptômes somatiques chez les travailleurs exposés au pétrole et aux dispersants pendant le nettoyage.
D et R, L	D'Andrea MA, Reddy GK (2014) Health risks associated with crude oil spill exposure. Am J Med. 2014 Sep;127(9):886.e9 -13. PMID : 24859637	Étude transversale. Indicateurs de la fonction hématologique et de la fonction hépatique chez 117 sujets ayant participé aux opérations de nettoyage.	Collecte et analyse de données cliniques provenant des dossiers médicaux de sujets exposés au déversement de pétrole dans le golfe du Mexique : taux de leucocytes, de plaquettes, d'hémoglobine, d'hématocrite, d'azote uréique sanguin (AUS), de créatinine, de phosphatase alcaline (PA), d'aspartate aminotransférase (ASAT), d'alanine aminotransférase (ALAT) et de phénol urinaire. Les valeurs ont été comparées aux valeurs de référence normalisées.	Le taux de leucocytes se situait au milieu de la plage (6-10× 10^3 par µL) chez plus de 77 % des sujets; il n'atteignait la limite supérieure de la plage normale (11× 10^3 par µL) chez aucun des sujets. Un profil semblable est observé pour les taux de plaquettes et d'AUS chez les sujets exposés au pétrole. Chez plus de 70 % des sujets, le taux de créatinine s'approchait de la limite supérieure de la plage normale, alors que chez 23 % des sujets, il la dépassait (> 1,3 mg par dL). Les taux d'hémoglobine et d'hématocrite s'approchaient de la limite supérieure de la plage normale chez plus des deux tiers des sujets. Les taux d'ASAT et d'ALAT dépassaient la limite supérieure de la plage normale (> 40 UI par L) chez 15 % et 31 % des sujets, respectivement. Plus de 80 % des sujets présentaient un taux de phénol urinaire supérieur au seuil de détection (2 mg par L).

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Black JC, Welday JN, Buckley B, et al (2016) Risk Assessment for Children Exposed to Beach Sands Impacted by Oil Spill Chemicals. Int J Environ Res Public Health. 2016 Aug 27;13(9). PMID : 27618904	Détermination du risque pour la santé des enfants qui pourraient entrer en contact avec le sable de plages contaminées par des substances chimiques à la suite du déversement de pétrole.	Données recueillies par l'EPA pendant et immédiatement après le déversement, et mesures effectuées sur le sable et les boulettes de goudron prélevés sur les plages souillées cinq ans après le déversement.	D'une période d'échantillonnage à l'autre, les concentrations de métaux dans les sédiments étaient semblables, alors que les concentrations de métaux dans les boulettes de goudron présentaient certaines différences. Aucun HAP n'a été observé après cinq ans, mais des sous-produits d'oxydation d'hydrocarbures altérés étaient présents. Lorsqu'on compare les concentrations des substances chimiques aux niveaux de risque de référence pour les sols, trois métaux (As, Ba et V) ainsi que quatre HAP (benzo[a]pyrène, benzo[a]anthracène, benzo[b] fluoranthène et dibenzo[a,h]anthracène) dépassent les valeurs recommandées, ce qui appelle une évaluation des risques. D'après les données disponibles, qui comportent certaines limites, les risques pour la santé sont extrêmement faibles.
L	Peres LC, Trapido E, Rung AL, et al. (2016) The Deepwater Horizon Oil Spill and Physical Health among Adult Women in Southern Louisiana: The Women and Their Children's Health (WaTCH) Study. Environ Health Perspect. 2016 Aug;124(8):1208-13 PMID : 26794669	Étude transversale. Association entre l'exposition et la santé physique chez 2 126 femmes vivant dans le sud de la Louisiane.	Entrevue téléphonique sur la fréquence de 13 problèmes de santé physique. L'exposition a été caractérisée comme étant une exposition physique/ambiante ou une exposition économique.	Une forte exposition physique/ambiante était associée de façon significative à tous les problèmes de santé physique, mais de façon plus étroite aux sensations de brûlure dans le nez, la gorge ou les poumons (RC, 4,73; IC à 95 %, 3,10 à 7,22), aux maux de gorge (RC, 4,66; IC à 95 %, 2,89 à 7,51), aux étourdissements (RC, 4,21; IC à 95 %, 2,69 à 6,58) et à la respiration sifflante (RC, 4,20; IC à 95 %, 2,86 à 6,17). Les femmes ayant subi une forte exposition économique étaient beaucoup plus nombreuses à déclarer les problèmes suivants : respiration sifflante (RC, 1,92; IC à 95 %, 1,32 à 2,79), maux de tête (RC, 1,81; IC à 95 %, 1,41 à 2,58), larmoiements, démangeaisons ou sensation de brûlure aux yeux (RC, 1,61; IC à 95 %, 1,20 à 2,16) et congestion, démangeaison ou écoulement nasal (RC, 1,56; IC à 95 %, 1,16 à 2,08).

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Sammarco PW, Kolian SR, Warby RA, et al. (2016) Concentrations in human blood of petroleum hydrocarbons associated with the BP/Deepwater Horizon oil spill, Gulf of Mexico. Arch Toxicol. 2016 Apr;90(4):829-37. PMID : 25998020	De 5 à 19 mois après le colmatage de la fuite, des échantillons de sang ont été prélevés chez des personnes qui présentaient des symptômes physiologiques et comportementaux aigus et qui ont consulté un médecin.	Échantillons analysés en vue de détecter des composés aromatiques et des alcanes. Données comparées aux centiles 95 du National Health and Nutrition Examination Survey et du National Institute of Standards and Technology (É.-U.).	Les concentrations de m,p-xylène, de toluène, d'éthylbenzène et de benzène ne différaient pas de façon significative des centiles 95. En ce qui concerne le o-xylène, le styrène, l'hexane, le 3-méthylpentane, le 2-méthylpentane et l'isooctane, les résultats étaient équivoques ou les concentrations étaient significativement faibles.

Annexe F : Études épidémiologiques concernant les effets sur la santé mentale de l'exposition à un déversement de pétrole

Légende pour les réviseurs :

H = Ha M, Lee WJ, Lee S, Cheong HK (2008) A literature review on health effects of exposure to oil spill. J Prev Med Public Health. 2008 Sep;41(5):345-54. PMID : 18827503

A = Aguilera F, Méndez J, Pásaro E, Laffon B (2010) Review on the effects of exposure to spilled oils on human health. J Appl Toxicol. 2010 May;30(4):291-301. PMID : 20499335

L et N = Levy BS, Nassetta WJ (2011) The adverse health effects of oil spills: a review of the literature and a framework for medically evaluating exposed individuals, Int J Occup Environ Health. 2011 Apr-Jun;17(2):161-7. PMID : 21618948

G = Goldstein BD-, Osofsky HJ, Lichtveld MY (2011)The Gulf oil spill. N Engl J Med. 2011 Apr 7;364(14):1334-48. PMID : 21470011

E = Eykelbosh, A (2014) Les effets sanitaires des marées noires et leurs implications pour la planification et la recherche en santé publique, Centre de collaboration nationale en santé environnementale, Vancouver Coastal Health. [http://www.ccnse.ca/sites/default/files/Effets_sanitaires_marees_noires_novembre_2014.pdf]

D et R = D'Andrea MA, Reddy GK (2014) Crude oil spill exposure and human health risks. J Occup Environ Med. 2014 Oct;56(10):1029-41 PMID : 25285825

L = Laffon B, Pásaro E, Valdiglesias V (2016) Effects of exposure to oil spills on human health: Updated review. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2016;19(3-4):105-28. PMID : 27221976

J = Jung D, Kim JA, Park MS, Yim UH, Choi K. (2017) Human health and ecological assessment programs for Hebei Spirit oil spill accident of 2007: Status, lessons, and future challenges. Chemosphere. 2017;173:180-189. PMID : 28110007

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
***Exxon Valdez* (14 mars 1989)** Récif Bligh, Prince William, Alaska (États-Unis); déversement de 37 000 tonnes de pétrole.				
E	Picou J, Gill D (1992) Disruption and stress in an Alaskan fishing community: Initial and continuing impacts of the Exxon Valdez oil spill. Organ Environ. 1992;6(3):235–57.	Étude de cohorte évaluant les résidents 5 mois et 18 mois après le déversement.	118 résidents de Cordova, en Alaska (communauté touchée) et 73 résidents de Petersburg en Alaska (communauté non touchée).	Une augmentation significative des perturbations de la vie sociale et du stress psychologique a été observée chez les membres de la communauté touchée comparativement à la communauté témoin 5 mois après le déversement; les effets s'atténuent à 18 mois, mais demeurent élevés.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
H, A, G. E, D et R	Palinkas L, Russell J, Downs M, Petterson J (1992) Ethnic differences in stress, coping, and depressive symptoms after the Exxon Valdez oil spill. J Nerv Ment Dis. 1992 May; 180(5):287–95. PMID : 1583472	Étude transversale menée à l'aide d'entrevues en personne visant à examiner les différences ethniques en ce qui concerne le lien entre les symptômes de dépression, l'exposition au déversement d'hydrocarbures de l'*Exxon Valdez* et les efforts de nettoyage subséquents, ainsi que le rôle du soutien familial comme facteur susceptible d'atténuer les symptômes associés à l'exposition à une catastrophe.	599 résidents (188 Autochtones; 371 Euro-Américains) de 11 communautés touchées et de 2 communautés non touchées de l'Alaska, environ un an après le déversement. Utilisation de l'échelle d'évaluation de la dépression du Center for Epidemiologic Studies (CES-D).	L'étude révèle que le degré d'exposition est significativement corrélé aux scores moyens à l'échelle CES-D tant chez les Autochtones ($p < 0,05$) que chez les Euro-Américains ($p < 0,01$). On a également observé dans les deux groupes une diminution significative des relations traditionnelles proportionnelle à l'augmentation du degré d'exposition ($p < 0,001$). Comparativement aux Euro-Américains, les Autochtones présentaient un score plus élevé à l'indice moyen d'exposition et étaient plus nombreux à déclarer qu'ils participaient aux opérations de nettoyage du déversement, qu'ils avaient subi des dommages liés aux activités de pêche commerciale et que des effets liés au déversement se faisaient sentir leurs activités de subsistance. Les symptômes de dépression étaient associés à la participation déclarée à des opérations de nettoyage et à d'autres formes de contact avec les hydrocarbures chez les Autochtones, tandis qu'ils étaient associés à la déclaration de dommages liés aux activités de pêche, à l'utilisation des régions touchées et au fait de résider dans une communauté se trouvant à proximité du lieu du déversement chez les Euro-Américains. Le soutien familial perçu n'était directement associé aux symptômes de dépression chez aucun des deux groupes, mais il a néanmoins permis d'atténuer les symptômes de dépression associés au déversement chez les Euro-Américains.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
H, A, G, E, D et R	Palinkas LA, Petterson JS, Russell J, Downs MA (1993) Community patterns of psychiatric disorders after the Exxon Valdez oil spill. Am J Psychiatry. 1993 Oct;150(10):1517-23. PMID : 8379557	Étude transversale menée à l'aide d'entrevues en personne auprès de 593 résidents de 11 communautés touchées et de 2 communautés non touchées de l'Alaska, environ 1 an après le déversement.	437 travailleurs exposés et 162 sujets témoins. Utilisation de l'échelle du Center for Epidemiologic Studies (CES-D) pour évaluer les symptômes de dépression et de l'instrument *National Institute of Mental Health Diagnostic Interview Schedule* pour évaluer l'anxiété et l'état de stress post-traumatique.	Par rapport au groupe témoin, les sujets du groupe ayant subi l'exposition la plus importante étaient plus nombreux à présenter un trouble anxieux généralisé (rapport de cotes : 3,73; intervalle de confiance [IC] à 95 % : 1,99 – 6,97), un état de stress post-traumatique (rapport de cotes : 2,63; IC à 95 % : 1,22 – 5,66) et une dépression (définie comme un score supérieur ou égal à 18 à l'échelle CES-D; rapport de cotes : 2,13; IC à 95 % : 1,01 – 4,50). Les femmes étaient significativement plus vulnérables que les hommes en ce qui concerne les trois mesures. Les Autochtones et les hommes plus jeunes présentaient davantage de signes de dépression que les membres des autres sous-groupes.
E	Palinkas L, Downs M, Petterson J, Russell J (1993) Social, cultural, and psychological impacts of the Exxon Valdez oil spill. Hum Organ. 1993;52(1):1–13.	Étude transversale menée à l'aide d'entrevues en personne auprès de 594 résidents de 11 communautés touchées et de 2 communautés non touchées de l'Alaska, environ 1 an après le déversement.	Utilisation des questions de l'instrument *National Institute of Mental Health Diagnostic Interview Schedule* pour évaluer les symptômes de trouble anxieux généralisé et d'état de stress post-traumatique. Utilisation de l'échelle de dépression du Center for Epidemiologic Studies (CES-D) pour évaluer les symptômes de dépression.	Diminution marquée et liée au déversement des relations sociales et de l'engagement dans les activités de subsistance, et augmentation des problèmes de santé physique et des troubles de santé mentale perçus.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
A, G, D et R	Gill D, Picou J (1998) Technological disaster and chronic community stress. Soc. Natur. Resour. 1998 11: 795–815.	Étude longitudinale d'une durée de quatre ans sur les effets du stress et des perturbations sociales dans les communautés touchées (Cordova, en Alaska) comparativement à la communauté témoin (Petersburg, en Alaska).	Taille des échantillons : Cordova — 118 en 1989, 228 en 1991 et 41 en 1992; Petersburg — 73 en 1989, 102 en 1991 et 41 en 1992. Questionnaires sur le désir d'émigrer de l'Alaska, les attentes et les perturbations sociales. Score à l'échelle de l'effet des événements (stress psychologique).	Les données ont révélé la nature chronique du stress. Même si, le stress psychologique lié à l'événement avait diminué, trois ans après le déversement, 50 % des résidents de Cordova étaient toujours considérés comme présentant un degré élevé de perturbation sociale et comme étant plus nombreux à souhaiter ou à prévoir émigrer de l'Alaska.
E, D et R	Arata CM, Picou JS, Johnson GD, McNally TS (2000) Coping with technological disaster: an application of the conservation of resources model to the Exxon Valdez oil spill. J Trauma Stress. 2000 Jan;13(1):23–39. PMID : 10761172	Enquête envoyée par la poste portant sur l'état de santé mentale actuel, environ 6 ans après le déversement.	125 pêcheurs de Cordova, en Alaska. Échelles COSTS modifiées (*Modified Coping Strategies Scales*), échelle SCL-90 révisée (*Symptom Checklist*).	Des effets d'importance clinique, comprenant la dépression, l'anxiété, les symptômes d'état de stress post-traumatique, ont été associés à la perte des ressources, à la détérioration des relations avec les membres de la famille et avec les personnes sans lien de parenté, à la détérioration de la santé physique, au temps consacré au litige et à la perte de revenu.
H, A, G	Palinkas LA, Petterson JS, Russell J, Downs MA (2004) Ethnic differences in symptoms of post-traumatic stress after the *Exxon Valdez* oil spill. Prehosp Disaster Med 2014 Jan-Mar 19: 102–112. PMID : 15453167	Étude transversale sur les symptômes d'état de stress post-traumatique réalisée un an après le déversement.	188 Autochtones; 371 Euro-Américains. Version III modifiée du questionnaire *Diagnostic Interview Schedule* (DIS).	Des taux élevés de perturbation sociale associés à l'état de stress post-traumatique ont été observés un an après le déversement dans les deux groupes ethniques. Un faible niveau de soutien familial, la participation aux opérations de nettoyage et la diminution des activités de subsistance sont associés de façon significative à l'état de stress post-traumatique uniquement chez les Autochtones.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E	Picou J, Marshall B, Gill D (2004) Disaster, Litigation, and the Corrosive Community. Soc Forces. 2004;82(4):1493–522.	Étude de cohorte menée auprès des résidents de Cordova, en Alaska, 3,5 ans après le déversement.		Un lien a été observé entre les dommages perçus causés à la communauté et le degré de stress psychologique en ce qui concerne les facteurs comme la perte de confiance, le sentiment d'appartenance à la communauté, l'interruption du travail, le stress découlant du litige et le risque perçu lié au déversement de pétrole.
G	Picou JS, Formichella C, Marshall BK, Arata C (2009) Community impacts of the *Exxon Valdez* oil spill: a synthesis and elaboration of social science research. Dans Braund SR, Kruse J (dir.), Synthesis: three decades of research on socioeconomic effects related to offshore petroleum development in coastal Anchorage, AK. Stephen R. Braund, May 2009:279-307. (MMS OCS study no. 2009-006.)	Étude longitudinale menée auprès des résidents de la communauté exposée au déversement (Cordova, en Alaska).	223 résidents en 1991, 154 en 1992 et 96 en 2000 Facteurs de stress envahissant	En 2000, plus de 95 % des répondants ont déclaré que la communauté ne s'était pas remise de la catastrophe. Le statut des parties au litige était un facteur prédictif du degré de stress occasionné par le déversement.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
***Sea Empress* (15 février 1996)** Milford Haven; rejet de 73 000 tonnes de pétrole brut près d'une région densément peuplée, accompagné de fortes odeurs détectables dans la région.				
H,A, L et N, G, E, D et R	Lyons R, Temple J, Evans D (1999) Acute health effects of the Sea Empress oil spill. J Epidemiol Community Health. 1999;53:306–10. PMID : 10396538	Étude de de cohorte rétrospective menée 7 semaines après le déversement auprès de 539 résidents exposés et de 550 sujets témoins vivant dans les villes situées le long du littoral du pays de Galles, dans laquelle on a demandé aux sujets de décrire leurs symptômes au cours des 4 premières semaines suivant le déversement.	Questionnaire envoyé par la poste, comprenant des questions d'ordre démographique, une liste de vérification des symptômes et des questions sur les croyances relatives aux effets sur la santé du pétrole. Utilisation de l'échelle de mesure de l'anxiété et de la dépression en milieu hospitalier (*Hospital Anxiety and Depression Scale*, HADS) et de l'échelle SF-36 sur la santé mentale.	Au total, 23 % des résidents exposés estimaient que le déversement avait influé sur leur santé comparativement à 2 % des sujets témoins. Le fait de résider dans une communauté exposée au déversement était associé à des scores plus élevés en ce qui concerne l'anxiété ($p = 0,04$) et la dépression ($p = 0,049$), et à des scores moins élevés en ce qui concerne la dimension de la santé mentale du questionnaire SF-36 ($p = 0,002$).
H, A, E, D et R	Gallacher J, Bronstering K, Palmer S, Fone D, Lyons R (2007) Symptomatology attributable to psychological exposure to a chemical incident: a natural experiment. J Epidemiol Community Health. 2007 Jun;61(6):506–12. PMID : 17496259	Étude transversale réalisée 7 semaines après le déversement comparant les symptômes psychologiques aigus attribuables à l'exposition à ceux attribuables à la perception de l'exposition.	Questionnaire visant à évaluer les symptômes de toxicité aiguë et les symptômes non liés à la toxicité, envoyé par la poste à un échantillon aléatoire de 1 585 femmes et hommes âgés de 18 à 65 ans dans quatre villages côtiers exposés au déversement et deux villages côtiers témoins; 1 089 (69 %) personnes ont répondu au questionnaire, soit 539 résidents exposés et 550 résidents témoins. Utilisation de l'échelle de mesure de l'anxiété et de la dépression en milieu hospitalier (*Hospital Anxiety and Depression Scale*, HADS).	La déclaration des symptômes de toxicité et des symptômes psychologiques était plus fortement associée à la perception de l'exposition qu'au fait de résider à proximité du déversement. Les risques sanitaires et financiers perçus étaient associés l'anxiété et à la dépression. Les risques environnementaux perçus étaient associés à l'anxiété.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
***Prestige* (19 novembre 2002)** Galice, Espagne; rejet d'abord rapide, puis plus lent, de 63 000 tonnes de mazout (nº 6) sur une période de plusieurs mois; plus de 100 000 personnes ont participé à l'intervention.				
H, A, G, E, D et R	Carrasco JM, Pérez-Gómez B, García-Mendizábal MJ, et al. (2007) Health-related quality of life and mental health in the medium-term aftermath of the Prestige oil spill in Galiza (Spain): a cross-sectional study. BMC Public Health. 2007 Jan;7(1):245. PMID : 17875207	Étude transversale sur la qualité de vie liée à la santé (QVLS) et la santé mentale menée 16 mois après le déversement auprès de 1 350 résidents de sept villages côtiers et de 1 350 résidents témoins de sept villages situés à l'intérieur des terres.	Questionnaire portant sur le soutien social perçu et la santé mentale, axé sur les conditions d'exposition, les problèmes de santé aigus, l'utilisation d'équipement de protection et les renseignements reçus au sujet de la protection de la santé. Questionnaire SF-36, questionnaire sur l'état de santé général (*General Health Questionnaire*, GHQ-28), échelle de mesure de l'anxiété et de la dépression en milieu hospitalier (*Hospital Anxiety and Depression Scale*, HADS) et échelle de mesure de l'anxiété et de la dépression de Goldberg (*Goldberg Anxiety and Depression Scale*, GADS).	Dans le cas de l'exposition résidentielle, le questionnaire SF-36 a révélé que les résidents des villages côtiers étaient moins nombreux à afficher des valeurs sous-optimales pour la QVLS en ce qui concerne le fonctionnement physique (rapport de cotes : 0,69; IC à 95 % : 0,54 – 0,89) et la douleur physique (rapport de cotes : 0,74; IC à 95 % : 0,62 – 0,91), et plus nombreux à afficher des valeurs sous-optimales en ce qui concerne la santé mentale (rapport de cotes : 1,28; IC à 95 % : 1,02 – 1,58).
A, G, E	Sabucedo JM, Arce C, Ferraces MJ, Merino H, Durán M (2009) Psychological impact of the Prestige catastrophe. Int J Clin Heal Psychol. Asociación Española de Psicología Conductual; 2009;9(1):105–16.	Étude transversale portant sur les effets psychologiques du déversement, menée 1 an après la catastrophe auprès de 938 pêcheurs et sujets témoins dans 23 emplacements côtiers répartis en trois zones selon la proximité du lieu du déversement.	Questionnaires sur la participation et le soutien social perçus, la satisfaction à l'égard de l'aide financière reçue et les relations sociales. Version modifiée du CRI (adultes) sur la réaction d'adaptation, version simplifiée de l'échelle SCL-90-révisée (*Symptom Checklist*).	Les résidents touchés qui bénéficiaient d'un grand soutien social, qui affichaient un degré élevé de satisfaction à l'égard de l'aide financière ou qui utilisaient l'évitement comme stratégie d'adaptation présentaient de meilleurs scores de santé mentale que les autres résidents touchés et que les sujets témoins. Aucun symptôme clinique pertinent n'a été relevé chez les résidents.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
G, E, L	Sabucedo JM, Arce C, Senra C, Seoane G, Vázquez I (2010) Symptomatic profile and health-related quality of life of persons affected by the Prestige catastrophe. Disasters. 2010 Jul;34(3):809–20. PMID : 20345463	Étude transversale menée un an après le déversement auprès de 926 pêcheurs et sujets témoins de la même communauté. Répercussions sur la santé mentale et la perception de la santé physique et de la capacité fonctionnelle.	Questionnaire administré par des psychologues. Échelle SCL-36 (*Symptom Checklist*) sur les symptômes de troubles mentaux et quatre sous-échelles tirées du questionnaire sur la santé SF-36 (*Medical Outcomes Study 36-Item Health Survey*) (état de santé général, rôle physique, rôle émotionnel et fonctionnement social) concernant la santé physique et la capacité fonctionnelle.	Les personnes ayant subi une exposition plus élevée ou résidant plus près du lieu du déversement présentaient une moins bonne santé mentale. Les personnes résidant plus près du lieu du déversement avaient une moins bonne perception de leur santé physique et de leur capacité fonctionnelle. Les pêcheurs présentaient davantage de troubles de somatisation que les autres sujets. Les femmes étaient plus touchées que les hommes.
L	Pérez-Pereira M, Tinajero C, Rodríguez MS, Peralbo M, Sabucedo JM (2012) Academic effects of the Prestige oil spill disaster. Spanish J Psychol. 2012 Nov:15(3):1055–68. PMID : 23156914	Étude transversale examinant les effets du déversement sur la réussite scolaire et le comportement en classe menée auprès de 106 enfants d'âge préscolaire (âgés de 5 à 6 ans), de 177 enfants d'âge scolaire (âgés de 10 à 11 ans) et de 147 adolescents (âgés de 15 à 16 ans) vivant dans trois régions touchées de manière différente par le déversement.	Résultats consignés dans le bulletin scolaire, inventaire des comportements en classe (*Classroom Behavior Inventory*, CBI) rempli par les enseignants, échelle d'adaptation de l'enfant et de l'adolescent (*Coping Scale for Children and Youth*, CSCY).	De façon générale, aucun effet n'a été observé chez les enfants d'âge préscolaire à la suite du déversement. Les enfants fréquentant une école primaire affichaient une plus grande agressivité à l'égard des autres après le déversement. Les effets observés étaient plus importants chez les adolescents par rapport aux autres groupes – baisse des résultats scolaires, augmentation des comportements intelligents, de l'extraversion et de l'indépendance après le déversement. Les résultats scolaires sont influencés par les stratégies d'adaptation et les caractéristiques familiales, mais ce n'est pas le cas pour le comportement en classe.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
***Hebei Spirit* (2007)** Taean, Corée; 10 900 tonnes de pétrole brut.				
L et N, L, D et R	Song M, Hong YC, Cheong HK, Ha M, Kwon H, Ha EH, Choi Y, Jeong WC, Hur J, Lee SM, Kim EJ (2009) Psychological health in residents participating in clean-up works of Hebei Spirit oil spill. J Prev Med Public Health. 2009 Mar;42(2):82-8. PMID : 19349736.	Étude transversale réalisée 8 semaines après le déversement de pétrole portant sur la santé psychologique des 71 résidents de Taean pendant les opérations de nettoyage. Les données d'études existantes représentant un groupe de la population générale en Corée ont été utilisées comme groupe témoin.	Questionnaires : échelle de bien-être psychologique (*Psychological Well-being Index*, PWI) pour évaluer la détresse psychosociale, échelle de dépression du Center for Epidemiologic Studies (CES-D) pour évaluer les symptômes de dépression et questionnaire créé pour évaluer les pulsions suicidaires.	Dans le groupe à l'étude, 64,2 % des sujets ont présenté une prévalence globale de détresse psychosociale à risque élevé; 77,6 % des répondants affichaient un score supérieur à 16 à l'échelle CES-D et 62,7 %, un score supérieur à 21. 18,3 % des répondants étaient considérés comme ayant des pulsions suicidaires. Comparativement aux sujets non exposés, les résidents de Taean étaient 6,5 fois plus susceptibles de présenter un niveau de stress élevé et 9,4 à 9,7 fois plus susceptibles d'être déprimés. Aucune différence significative n'a été observée dans le taux d'idéation suicidaire des résidents de Taean et celui de la population générale. Les facteurs associés à un niveau de stress élevé, à la dépression et aux pulsions suicidaires étaient l'âge, les changements touchant le revenu, la scolarité, le nombre de jours consacrés aux opérations de nettoyage du déversement ainsi qu'une réponse positive aux questions concernant « les activités de la vie quotidienne touchées » et « la consultation d'un médecin à l'hôpital en raison des opérations de nettoyage ».
L et N, L, J, D et R	Lee CH, Kang YA, Chang KJ, et al. (2010) Acute health effects of the Hebei oil spill on the residents of Taean, Korea. J Preven Med Pub Health. 2010; Mar43(2):166-173. PMID : 20383050	Étude transversale des effets aigus sur la santé chez des résidents des villages de bord de mer d'un secteur fortement et modérément contaminé par le déversement et d'un secteur légèrement contaminé (10 villages dans chaque secteur, 10 adultes dans chaque village, représentation des deux sexes).	Questionnaire sur les caractéristiques des résidents, les opérations de nettoyage, la perception de danger associé au pétrole, la dépression (échelle du CES-D), l'anxiété (inventaire d'évaluation de l'anxiété liée à un événement (STAI-X-1)) et les symptômes physiques.	Les résidents des secteurs les plus fortement contaminés étaient plus susceptibles de participer à des opérations de nettoyage et de présenter un plus grand risque associé à l'exposition au pétrole. Les indices d'anxiété et de dépression étaient plus élevés dans les secteurs fortement et modérément contaminés par le pétrole.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, L, J, D et R	Ha M, Jeong W-C, Lim M, Kwon H, Choi Y, Yoo S-J, et al. (2013) Children's Mental Health in the Area Affected by the Hebei Spirit Oil Spill Accident. Environ Health Toxicol. 2013 Aug 30; 28:e2013010. PMID : 24010065	Étude transversale menée auprès de 1 361 élèves fréquentant des écoles se trouvant à des distances diverses du littoral contaminé. Enquête réalisée 8 semaines après le déversement et de 4 à 5 mois après le déversement.	Questionnaire utilisant les versions coréennes de l'inventaire de la dépression chez les enfants et de l'inventaire de l'anxiété liée à un événement chez les enfants.	Les enfants dont l'école était située le plus près (quatrième quartile) du littoral contaminé présentaient un risque significativement plus élevé de dépression comparativement aux enfants dont l'école était située le plus loin du littoral contaminé (premier quartile) (rapport de cotes : 2,73; IC à 95 % : 1,40 – 5,33). L'étude n'a révélé aucun lien significatif entre les symptômes d'anxiété et la distance entre l'école et le littoral contaminé.
L	Kim Y-M, Park J-H, Choi K, Noh SR, Choi Y-H, Cheong H-K (2013) Burden of disease attributable to the Hebei Spirit oil spill in Taean, Korea. BMJ Open. 2013 Sep 20;3(9):e003334. PMID : 24056482	Étude transversale réalisée 1,5 an après le déversement visant à évaluer le fardeau de la maladie, sur le plan physique et mental, chez 10 171 résidents (4 354 hommes et 5 817 femmes) vivant dans les régions côtières contaminées.	Questionnaires visant à évaluer l'exposition et les problèmes de santé, ainsi que la santé psychologique et l'asthme. Examens physiques et analyses de laboratoire de l'appareil respiratoire, de l'appareil cardiovasculaire et du système nerveux, et réalisation d'une évaluation psychologique. Le fardeau de la maladie est mesuré à l'aide de la méthode « années de vie corrigée de l'incapacité » (AVCI).	Le nombre d'années vécues avec une incapacité attribuable au déversement est estimé à 14 724 AVCI (7 425 AVCI chez les hommes; 7 299 AVCI chez les femmes) pour l'année 2008. Le nombre d'années vécues avec une incapacité mentale, y compris l'état de stress post-traumatique et la dépression, était plus élevé chez les hommes que chez les femmes. Le nombre d'années vécues avec une incapacité liée à l'asthme et aux allergies (rhinite, dermatite, conjonctivite) était plus élevé chez les femmes que chez les hommes. Les effets de l'asthme et des allergies étaient les plus marqués chez les personnes dans la quarantaine, tandis que le fardeau de la maladie mentale était le plus élevé chez les personnes dans la vingtaine. La proximité avec le lieu du déversement était associée à une augmentation du fardeau de la maladie.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
L, J	Choi KH, Lim MH, Ha M, et al. (2015) Psychological Vulnerability of Residents of Communities Affected by the Hebei Spirit Oil Spill. Disaster Med Public Health Prep. 2016 Feb 10(1)5:1-8. PMID : 26046599	Étude transversale portant sur la prévalence des symptômes psychologiques chez 993 résidents de communautés touchées par le déversement.	Échelles de l'état de stress post-traumatique, échelle d'évaluation de la dépression du Center for Epidemiologic Studies (CES-D), échelle d'évaluation des idées suicidaires (*Scale for suicide Ideation*, SSI) et échelle SCL-90 révisée (*Symptom Checklist*) pour l'évaluation des symptômes d'anxiété.	L'étude révèle la prévalence de symptômes d'état de stress post-traumatique (19,5 %), de dépression (22,0 %), d'idées suicidaires (2,3 %) et d'anxiété (4,2 %). La prévalence des symptômes était plus élevée chez les femmes, les sujets plus âgés, les résidents moins instruits et les familles ayant un revenu moins élevé. Comparativement aux personnes dont le moyen de subsistance n'était pas lié à la pêche, les personnes travaillant dans le secteur de la pêche ou occupant un emploi connexe et les résidents vivant à proximité de la zone souillée par le pétrole présentaient un risque accru de symptômes d'état de stress post-traumatique. Le risque d'idées suicidaires était particulièrement accru chez les personnes travaillant dans le secteur de la pêche ou occupant un emploi connexe comparativement aux personnes dont le moyen de subsistance n'était pas lié à la pêche.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
Deepwater Horizon (2010) Golfe du Mexique; déversement de 680 000 tonnes de pétrole brut.				

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
G, E, L	Abramson D, Redlener I, Stehling-Ariza T, Sury J, Banister A, Park Y (2010) Impact on children and families of the deepwater horizon oil spill: preliminary findings of the coastal population impact study. National Center for Disaster Preparedness. [https://academiccommons.columbia.edu/catalog/ac:128195]	1 203 adultes vivant dans un rayon d'environ 10 miles (16 km) de la côte du golfe du Mexique, soit 481 ménages en Louisiane et 722 ménages au Mississippi. De ce nombre, 518 ménages comptaient au moins un enfant – un enfant par ménage a été inclus dans l'enquête fondée sur un questionnaire. Les entrevues téléphoniques ont été réalisées par des interviewers qualifiés entre le 19 et le 25 juillet 2010.	L'enquête portait sur les éléments suivants : 1. **exposition :** exposition directe au déversement de pétrole, 2. **effets sur les enfants :** effets immédiats et perçus à long terme sur la santé physique et mentale des enfants et des adultes, et effets économiques du déversement ressentis par la population côtière, 3. **décisions :** quelle a été l'influence du déversement sur les décisions prises par les résidents côtiers (décisions au quotidien – déterminer à quel endroit les enfants peuvent jouer ou si les fruits de mer sont propres à la consommation, et décisions à long terme – déterminer s'il faudra déménager, 4. **confiance :** quelles sont les autorités publiques les plus dignes de confiance pour fournir des renseignements exacts et fiables, et quelles sont celles qui ont eu la réponse la plus (ou la moins) adaptée dans le cadre de la gestion de la crise liée au déversement.	1. Plus de 40 % de la population vivant dans un rayon de 10 miles (16 km) de la côte avait été touchée directement par le déversement de pétrole, de quelque façon que ce soit. 2. Plus du tiers des parents ont déclaré que leurs enfants avaient ressenti des symptômes physiques ou de la détresse psychologique par suite du déversement. 3. Un ménage sur cinq a vu son revenu diminuer à la suite du déversement, et 8 % des résidents ont perdu leur emploi. Seulement 5 % des résidents côtiers ont déclaré avoir reçu de l'argent ou des cartes-cadeaux de BP, même si plus de 15 % estiment qu'ils pourraient être admissibles à une compensation de BP en raison des conséquences du déversement sur la santé. 4. Plus de 25 % des résidents côtiers jugent qu'ils pourraient devoir déménager en raison du déversement de pétrole.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, L	Grattan LM, Roberts S, Mahan WT Jr, McLaughlin PK, Otwell WS, Morris JG Jr (2011) The early psychological impacts of the Deepwater Horizon oil spill on Florida and Alabama communities. Environ Health Perspect. 2011 Jun;119(6):838-43. PMID : 21330230	Étude transversale. Évaluations normalisées de la détresse psychologique (humeur, anxiété), capacité d'adaptation, résilience, neurocognition et risque perçu par les résidents des communautés de pêcheurs touchées de façon indirecte par le déversement (n = 71, Franklin County, en Floride) ou exposées directement (n = 23, Baldwin County, en Alabama) à la marée noire côtière.	Comparaison des résultats des participants ayant déclaré un revenu stable (n = 47) à ceux des participants ayant déclaré une perte de revenu associée au déversement (n = 47). Entrevue normalisée et évaluation officielle sur les plans neuropsychologique, psychosocial et de la perception des risques (utilisation du *Boston Occupational and Environmental Neurology Questionnaire* [BOENQ] et du *Brief Michigan Alcohol Screening Test* [BMAST], batterie de tests neurocomportementaux de l'OMS, Profil de l'humeur [POMS], questionnaire COPE version abrégée, questionnaire sur la santé et l'environnement côtier [HCEQ-V]).	Aucune différence significative n'a été relevée entre les deux communautés. Les résidents des deux communautés ont présenté des symptômes de dépression et d'anxiété d'importance clinique. Comparativement aux résidents ayant un revenu stable, les résidents ayant déclaré une perte de revenu associée au déversement présentaient des scores moins bons aux échelles d'évaluation de l'anxiété, de la dépression, de la fatigue, de la confusion et de la perturbation globale de l'humeur; ils affichaient des taux plus élevés de dépression; ils étaient moins résilients; et ils étaient plus nombreux à avoir recours au désengagement comportemental comme stratégie d'adaptation.
L	Osofsky HJ, Palinkas LA, Galloway JM. (2010) Mental health effects of the gulf oil spill. Disaster Med Public Health Prep. 2010 Dec;4(4):273-6 PMID : 21149227	Étude transversale sur les effets observés sur la santé mentale de 452 résidents vivant dans des régions touchées par le déversement.	Entrevues téléphoniques et en personne visant à évaluer les préoccupations et les répercussions directes du déversement (ainsi que de l'ouragan Katrina). Version modifiée de l'échelle d'invalidité de Sheehan, échelle de la résilience de Connor-Davidson (CD-RISC), échelle d'évaluation de la qualité de vie de l'OMS (WHO-QoL), échelle de détresse psychologique (K6) et échelle d'évaluation de l'état de stress post-traumatique chez les civils (PCL-C).	L'effet le plus important observé sur la santé mentale était lié à la portée de la perturbation de la vie en général, du travail, de la vie familiale et de l'engagement social des participants, entraînant des symptômes accrus d'anxiété, de dépression et de stress post-traumatique.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, D et R	Osofsky HJ, Osofsky JD, Hansel TC (2011) Deepwater Horizon oil spill: mental health effects on residents in heavily affected areas. *Disaster Med Public Health Prep.* 2011 Dec;5(4):280–286. PMID : 22146666	Étude transversale menée auprès de 452 résidents de quatre paroisses de la Louisiane de 4 à 8 mois après le déversement. 67,6 % des sujets étaient des femmes, 65,3 % des sujets étaient âgés de 41 ans ou plus, 65,5 % étaient mariés/cohabitaient, 77,9 % étaient Blancs, 65,9 % avaient un revenu annuel de moins de 40 000 $, 15,7 % travaillaient dans un secteur touché par le déversement.	Entrevues téléphoniques et en personne visant à évaluer les préoccupations et les répercussions directes du déversement (ainsi que de l'ouragan Katrina). Version modifiée de l'échelle d'invalidité de Sheehan, échelle de la résilience de Connor-Davidson (CD-RISC), échelle d'évaluation de la qualité de vie de l'OMS (WHO-QoL), échelle de détresse psychologique (K6) et échelle d'évaluation de l'état de stress post-traumatique chez les civils (PCL-C).	L'effet le plus important observé sur la santé mentale était lié à la portée de la perturbation de la vie en général, du travail, de la vie familiale et de l'engagement social des participants, entraînant des symptômes accrus d'anxiété, de dépression et de stress post-traumatique. Les pertes causées par l'ouragan Katrina étaient étroitement liées à des résultats négatifs sur le plan de la santé mentale. La capacité de se relever face à l'adversité et la satisfaction à l'égard des lieux étaient étroitement liées à de meilleurs résultats sur le plan de la santé mentale.
E, L	Gill DA, Picou SJ, Ritchie LA (2012) The Exxon Valdez and BP Oil Spills: A Comparison of Initial Social and Psychological Impacts. Am Behav Sci Jan 2012 56: 3-23.	Enquête transversale visant à comparer les répercussions sociales et sur la santé mentale observées chez les résidents du comté de Mobile en Alabama exposés au déversement de la plateforme Deepwater Horizon (n = 412) à celles observées chez les résidents de Cordova en Alaska exposés au déversement de l'Exxon Valdez. Données recueillies cinq mois après chaque événement.	Enquête téléphonique réalisée auprès des résidents de l'Alabama comprenant une mesure normalisée du stress psychologique (échelle de l'effet des événements), ainsi que la mesure des liens avec les ressources, la perte des ressources, la perception de perfidie, la perception du risque et les caractéristiques démographiques.	Les données de l'enquête portant sur les répercussions globales, le stress envahissant et le comportement d'évitement, réalisée dans les communautés du golfe du Mexique cinq mois après le déversement sont très semblables à celles de l'enquête réalisée à Cordova en Alaska cinq mois après le déversement de l'*Exxon Valdez*, ce qui évoque la possibilité d'effets à long terme similaires. Le stress psychologique lié à l'événement chez les résidents de South Mobile County était relativement élevé et semblable à celui observé chez les résidents de Cordova. Les prédicteurs les plus puissants du stress étaient les préoccupations liées à la santé des membres de la famille, les liens commerciaux à l'égard des ressources renouvelables, ainsi que les préoccupations liées à l'avenir économique, les pertes économiques et l'exposition au pétrole.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, L	Lee MR, Blanchard TC (2011) Community Attachment and Negative Affective States in the Context of the BP Deepwater Horizon Disaster. Am Behav Sci. 2011 Oct 3;56(1):24–47. 63	Enquête transversale réalisée par téléphone auprès de 935 résidents de trois paroisses de la Louisiane, 2 mois après le déversement, alors que le pétrole continuait de s'échapper de la plateforme.	Enquête comportant des questions sur les données démographiques, la santé et le sentiment d'appartenance à la communauté.	L'état affectif négatif augmentait en fonction du sentiment d'appartenance à la communauté, de la présence de stress avant le déversement, des préoccupations de la vie courante et de la participation à des activités de pêche. Une diminution de l'état affectif négatif a été observée chez les retraités et les personnes travaillant à temps plein. Les personnes détenant un diplôme d'études secondaires présentaient un niveau moins élevé d'émotions négatives que les personnes détenant un baccalauréat ou un diplôme d'études supérieures.
E, L, D et R	Buttke D, Vagi S, Bayleyegn T, et al. (2012) Mental health needs assessment after the Gulf Coast oil spill-Alabama and Mississippi, 2010. Prehosp Disaster Med. 2012 Oct;27(5):401-8. PMID : 22985680	Enquête transversale visant à évaluer l'état de santé mentale de 469 résidents côtiers de trois comtés de l'Alabama 4 mois après le déversement et de comtés de la côte du golfe du Mexique au Mississippi 5,5 mois après le déversement de pétrole.	Questionnaire visant à évaluer les symptômes physiques, la qualité de vie, la santé mentale, le contexte social et l'exposition au déversement.	Entre 15,4 % et 24,5 % des répondants ont déclaré avoir eu des symptômes de dépression, entre 21,4 % et 31,5 % ont déclaré avoir eu des symptômes compatibles avec un trouble de l'anxiété, et entre 16,3 % et 22,8 % ont déclaré avoir présenté des symptômes liés à des problèmes de santé mentale pendant plus de 14 jours au cours des 30 jours précédents. L'enquête révèle la présence d'un nombre plus élevé d'indicateurs de la qualité de vie négatifs et de résultats négatifs liés au contexte social comparativement au système de surveillance des facteurs de risque (*Behavioral Risk Factor Surveillance System*, BRFSS) de l'État. Entre 32,1 % et 35,7 % de l'ensemble des ménages ont déclaré une baisse de revenu depuis le déversement, et entre 35,5 % et 38,2 % des ménages ont déclaré avoir été exposés au pétrole.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, D et R, L	Buttke D, Vagi S, Schnall A, et al. (2012) Community Assessment for Public Health Emergency Response (CASPER) one year following the Gulf Coast oil spill: Alabama and Mississippi, 2011. Prehosp Disaster Med. 2012 Dec;27(6):496-502. PMID : 23010443.	Enquête transversale menée dans les communautés côtières du golfe du Mexique en Alabama et au Mississippi un an après le déversement.	Enquête menée à l'aide de questions normalisées sur la santé comportementale du système de surveillance des facteurs de risque comportementaux (*Behavioral Risk Factor Surveillance System*, BRFSS) des Centers for Disease Control and Prevention, portant sur la qualité de vie, la dépression, l'anxiété et le contexte social.	Comparativement à l'enquête transversale précédente réalisée par Buttke *et al.* (2012a), le nouvel échantillonnage de ménages présentait une légère amélioration globale des indicateurs de santé mentale, mais l'état de santé mentale demeurait toujours inférieur à celui observé avant le déversement. Les répondants ayant déclaré une baisse de revenu après le déversement étaient plus nombreux à présenter un piètre état de santé mentale.
L	Werner, D, Locke C (2012) Experiences of chronic stress one year after the Gulf oil spill. Int J Emerg Ment Health 2012 14(4):239–45. PMID : 23980488	Effets observés sur la santé mentale des résidents de deux communautés de la côte du golfe du Mexique un an après le déversement, d'après les données déclarées par 17 cliniciens en santé mentale travaillant dans le cadre de *Project Rebound* et par quatre conseillers de deux districts scolaires de la côte du golfe.	Les enquêtes portaient sur l'intervention et le rétablissement en matière de santé mentale dans les communautés et visaient à définir les facteurs de stress courants (perturbations familiales, perte d'emploi ou modification des conditions économiques, contraintes financières et tracasseries administratives) découlant de la catastrophe.	Les cliniciens signalent que, un an après le déversement, les familles étaient toujours aux prises avec des perturbations. Les familles et les membres des communautés ont déclaré qu'ils subissaient des contraintes financières accrues en raison de la perte de possibilités économiques et de carrières. Les tracasseries administratives liées à la présentation d'une demande de règlement à la Gulf Coast Claims Facility et à la réception d'un paiement approprié figurent également au nombre des facteurs de stress signalés. Des personnes qui n'ont jamais eu besoin de demander de l'aide auparavant cherchent désormais à obtenir des services.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E	Cope MR, Slack T, Blanchard TC, Lee MR (2013) Does time heal all wounds? Community attachment, natural resource employment, and health impacts in the wake of the Deepwater Horizon disaster. Soc Sci Res. 2013 May;42(3):872-81. PMID : 23522000	Enquête transversale réalisée par téléphone auprès de résidents de trois paroisses de la Louisiane 2 mois, 6 mois et 12 mois après le déversement.	Le questionnaire d'enquête *Louisiana Community Oil Spill Survey* visait à examiner les répercussions de la catastrophe sur la santé mentale et physique des résidents touchés par le déversement sur la côte de la Louisiane, et portait une attention particulière à l'influence liée au sentiment d'appartenance à la communauté et au fait d'occuper un poste dans le domaine des ressources naturelles.	Les effets sur la santé mentale et physique diminuaient au fil du temps et chez les personnes ayant un sentiment élevé d'appartenance à la communauté. Les effets sur la santé mentale et physique étaient plus élevés chez les personnes participant à des activités de pêche, les personnes au chômage, les personnes vivant sur les lieux à long terme, les femmes, les personnes moins scolarisées, et les personnes faisant partie du groupe ethnique des Cadiens (*Cajuns*).
L	Locke C and Werner D (2013) Stigma of help-seeking behavior following the Deepwater Horizon oil spill. Contemporary Rural Social Work 2013 5:17–41.	Enquête transversale sur la prestation et l'utilisation des services de santé mentale, et le rôle de la stigmatisation en ce qui concerne les comportements de recherche d'aide au sein de deux communautés de la côte du golfe un an après le déversement, d'après les données déclarées par 17 cliniciens en santé mentale travaillant dans le cadre de *Project Rebound* et par quatre conseillers de deux districts scolaires de la côte du golfe.	Entrevues comportant des questions visant à définir les efforts liés à la catastrophe et les efforts de rétablissement, à identifier les personnes ayant besoin d'aide et à définir les services offerts ainsi que les défis et les besoins en cas de catastrophe dans l'avenir.	Les cliniciens ont connu un certain nombre d'obstacles liés à la stigmatisation lors de la prestation des services, notamment l'auto-stigmatisation, la stigmatisation liée à l'opinion publique et les aspects culturels liés à la recherche et à l'obtention d'aide. Les cliniciens et les conseillers de districts scolaires ont découvert que les enfants étaient un moyen d'identifier les familles dans le besoin et de fournir les services nécessaires, ce qui a permis de contrer certains des effets de la stigmatisation initiale liée au comportement de recherche d'aide. L'exposition à la couverture médiatique était associée à un état d'hyperéveil persistant.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
E, L, D et R	Morris JG, Grattan LM, Mayer BM, Blackburn JK (2013) Psychological responses and resilience of people and communities impacted by the Deepwater Horizon oil spill. Trans Am Clin Climatol Assoc. 2013;124:191–201. PMID : 23874022	Étude de cohorte (précédée de l'étude de Grattan *et al.*, 2011) menée auprès de 93 résidents de deux communautés de la Floride et de la Louisiane pendant un an.	Questionnaire contextuel et sur les antécédents; profil des états d'humeurs (*Profile of Mood States*, POMD) sur l'anxiété et la dépression; échelle de l'effet des événements (symptômes de stress post-traumatique : évitement, souvenirs envahissants et hyperéveil); et échelle de la résilience de Connor-Davidson (CD-RISC) (résilience autodéclarée) dans le contexte d'un examen psychologique et neuropsychologique plus vaste.	Un an après le déversement, aucun changement significatif n'a été observé dans les niveaux d'anxiété ou de dépression au sein de la cohorte évaluée. La perte de revenu est demeurée liée à des niveaux élevés de psychopathologie (anxiété, dépression, perturbation de l'humeur et manque de vigueur); les résultats n'étaient pas associés à l'âge, au sexe, à l'éducation ou aux antécédents psychiatriques.
E	Ngo D, Gibbons JL, Scire G, Le D (2014) Mental Health Needs in Vietnamese American Communities Affected by the Gulf Oil Spill. Psychology. Scientific Research Publishing; 2014 Feb 26;05(02):109–15.	Groupes de consultation composés de résidents vietnamiens de la côte de l'Alabama, de la Louisiane et du Mississippi visant à évaluer les répercussions du déversement en ce qui concerne les difficultés économiques, le fonctionnement familial, les troubles du comportement et les problèmes de santé mentale. Les groupes se composaient de 60 résidents s'exprimant en vietnamien (65 % de sexe féminin), âgés de 28 à 65 ans et ayant en moyenne huit années de scolarité.	Environ 77 % des participants avaient travaillé dans l'industrie des produits de la mer. Près de 92 % des participants ont indiqué qu'ils ne parlaient « pas très bien » l'anglais. Les données ont été vérifiées par un chercheur parlant vietnamien.	Près de tous les participants ont déclaré que le déversement avait eu un effet négatif sur leur vie : perte de revenu (59 %), perte d'emploi (27 %) et incapacité de payer les factures (12 %). L'étude fait également état de niveaux élevés de stress, d'anxiété et de dépression, ainsi que d'une augmentation des problèmes de comportement. Aucun des participants ne savait où trouver de l'aide pour traiter ses problèmes de santé mentale ni comment obtenir cette aide.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Drescher CF, Schulenberg SE, Smith CV (2014) The Deepwater Horizon Oil Spill and the Mississippi Gulf Coast: Mental health in the context of a technological disaster. Am J Orthopsychiatry. 2014 Mar;84(2):142-51. PMID : 24826930	Échantillon clinique composé de 1 119 adultes recevant des services de santé mentale dans les comtés côtiers du Mississippi après le déversement de pétrole dans le golfe du Mexique.	Examen des symptômes cliniques déclarés aux échelles de dépression, d'anxiété et de stress (*Depression Anxiety Stress Scales*, DASS-21) et à l'échelle d'évaluation de l'état de stress post-traumatique (*PTSD Checklist*, PCL-S) en lien avec d'autres domaines du fonctionnement (finances, relations sociales et santé physique) sur lesquels les effets du déversement auraient pu se faire sentir.	Les problèmes chroniques de la vie courante à la suite du déversement de pétrole dans le golfe du Mexique sont associés à des niveaux de détresse psychologique significativement plus élevés. Bien que le profil diffère quelque peu selon que le salaire se situe sous le seuil de la pauvreté ou au-dessus de celui-ci, les personnes ayant déclaré un revenu inférieur présentaient un niveau plus élevé de détresse globale.
	Gould DW, Teich JL, Pemberton MR, Pierannunzi C, Larson S (2015) Behavioral health in the gulf coast region following the Deepwater Horizon oil spill: findings from two federal surveys. J Behav Health Serv Res. 2015 Jan;42(1):6-22. PMID : 25339594	Deux enquêtes à grande échelle axées sur la population ont été menées par la Substance Abuse and Mental Health Services Administration (SAMHSA) et les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) dans la région de la côte du golfe du Mexique à la suite du déversement de pétrole de la plateforme Deepwater Horizon en 2010, pour mesurer la prévalence des troubles de santé mentale, des troubles liés à l'utilisation de substances et des problèmes de santé chroniques ainsi que l'utilisation des services de santé comportementale.	Enquête de 2011 intitulée « National Survey on Drug Use and Health (NSDUH) – Gulf Coast Oversample (GCO) » et questions concernant l'anxiété et la dépression tirées du questionnaire sur la santé du patient (*Patient Health Questionnaire*, PHQ-8) et de l'échelle d'évaluation du trouble d'anxiété généralisée en sept items (*Generalized Anxiety Disorder*, GAD-7). L'échantillon de population provenait des 32 comtés les plus touchés en Alabama, en Floride, en Louisiane et au Mississippi.	Bien que de nombreux résidents du secteur aient certainement connu des niveaux accrus d'anxiété et de stress à la suite du déversement, les résultats agrégés révèlent seulement des variations modestes ou minimes quant à la santé comportementale avant et après le déversement. Les ressources mobilisées pour réduire les répercussions économiques et comportementales du déversement sur les résidents côtiers – notamment une compensation financière pour perte de salaire offerte par BP et l'augmentation de l'offre de services en santé mentale – pourraient avoir entraîné une diminution des problèmes éventuels de santé mentale. L'étude examine également les limitations des deux enquêtes.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
L	Cherry KE, Sampson L, Nezat PF, Cacamo A, Marks LD, Galea S (2015) Long-term psychological outcomes in older adults after disaster: relationships to religiosity and social support. Aging Ment Health. 2015;19(5):430-43 PMID : 25078872	Étude transversale sur les facteurs prédictifs à long terme des résultats psychologiques chez les résidents actuels des communautés touchées par des catastrophes (ouragans Katrina et Rita, et déversement de pétrole dans le golfe du Mexique) (n = 63), les pêcheurs (n = 64), les anciens résidents de la côte (n = 62) et les résidents du groupe témoin touchés indirectement et ne résidant pas sur la côte (n = 30).	Les participants ont répondu à des questionnaires visant à mesurer l'exposition aux ouragans et les facteurs de stress, l'importance de la religion, le soutien social perçu et la santé mentale. Échelle d'évaluation de l'état de stress-post traumatique chez les civils, échelle d'évaluation de la dépression (*Patient Health Questionnaire*, PHQ-9), échelle d'évaluation du trouble d'anxiété généralisée en sept items (*Generalized Anxiety Disorder*, GAD-7), questionnaire sur l'importance de la religion, soutien social perçu (*Interpersonal Support Evaluation List*, ISEL) et questionnaire structuré sur l'exposition à la tempête (SSQ).	Les personnes qui s'adonnaient plus souvent à des pratiques religieuses à l'extérieur d'organisations présentaient un risque plus élevé d'état de stress post-traumatique. Un faible revenu et l'exercice du métier de pêcheur étaient des facteurs prédictifs significatifs des symptômes de dépression. Le soutien social perçu avait un effet protecteur sur tous les résultats en matière de santé mentale, de même que sur les symptômes associés à la dépression et au trouble d'anxiété généralisée.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Shultz M, Walsh L, Garfin DR, Wilson FE, Neria Y (2015) The 2010 Deepwater Horizon oil spill: the trauma signature of an ecological disaster. J Behav Health Serv Res. 2015 Jan;42(1):58-76 PMID : 24658774	Utilisation de la méthode du « traumatisme signature » pour examiner les conséquences psychologiques en fonction de l'exposition à la panoplie de dangers particuliers associés au déversement.	Élaboration d'un profil des dangers, d'une matrice des facteurs de stress psychologiques et d'un résumé du « traumatisme signature » pour la population touchée de la côte du golfe du Mexique en ce qui concerne l'exposition aux dangers, les pertes subies et les changements vécus. Au nombre des caractéristiques des risques psychologiques figuraient : le lien de causalité humain comprenant la culpabilité de l'entreprise, l'important volume du déversement, la durée prolongée, la contamination côtière par des produits pétroliers, les dommages graves sur le plan écologique, la perturbation des industries et du tourisme de la côte du golfe du Mexique et la couverture médiatique importante.	Les facteurs de stress ont été contrebalancés par l'absence relative d'autres risques importants de détresse et de psychopathologie; (1) les résidents côtiers n'ont pas subi de mortalité importante ou de blessures graves sur les terres à la suite du déversement, de pénuries de produits de base, de perturbation des services essentiels (soins de santé, écoles, services publics, communications et transport), de perte de domicile, de déplacement de population, de destruction de l'environnement bâti ou de perte des mécanismes de soutien social; (2) de par la nature de la catastrophe, l'infrastructure des communautés côtières est demeurée intacte; (3) les mesures d'intervention d'urgence ont été exemplaires; (4) un financement important a été fourni par BP pour couvrir les pertes, assumer les coûts des opérations de nettoyage et appuyer le rétablissement économique de la côte du golfe du Mexique. Les populations côtières du golfe du Mexique affichent une résilience remarquable face à des défis de taille; les répercussions sur la santé comportementale du déversement de pétrole de la plateforme Deepwater Horizon semblent avoir été atténuées par l'absence de risques importants fondés sur des données probantes en ce qui concerne la détresse psychologique et les troubles psychologiques, par les mesures d'intervention exemplaires et par l'apport de ressources économiques.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Hansel TC, Howard J, Osofsky HJ, Osofsky JD, Speier A (2015) Longer-Term Mental and Behavioral Health Effects of the Deepwater Horizon (DHW) Gulf Oil Spill J. Mar. Sci. Eng. 2015, 3, 1260-1271	Enquête visant à améliorer la compréhension des effets à long terme sur la santé mentale et le comportement à la suite du déversement de pétrole de la plateforme Deepwater Horizon. Les effets de l'exposition à l'ouragan Katrina ont été pris en compte.	Échantillon de 314 personnes (67 % étaient des femmes et 33 % des hommes; 13 % occupaient des emplois touchés par le déversement de pétrole; 64 % avaient en 2009 un revenu annuel inférieur à 40 000 $; 25 % ont présenté une demande d'aide financière après le déversement). Le premier ensemble de données a été recueilli un an après le déversement et le deuxième a été recueilli juste après le deuxième anniversaire du déversement.	Les symptômes de dépression, de troubles mentaux graves et de stress post-traumatique n'ont pas diminué de façon statistiquement significative; les symptômes d'anxiété sont demeurés identiques à ceux qui sont apparus immédiatement après la catastrophe. L'effet le plus important observé quant à l'anxiété était la portée des perturbations vécues par les participants sur le plan de la vie en général, du travail, de la vie familiale et de l'engagement social.
	Rung AL, Oral E, Fontham E, Harrington DJ, Trapido EJ, Peters ES (2015) Mental Health Impact of the Deepwater Horizon Oil Spill Among Wives of Clean-up Workers Epidemiology. 2015 Jul;26(4):e44-6. PMID : 25924110	Enquête visant à déterminer les répercussions observées chez les 252 partenaires féminines respectives des travailleurs affectés aux opérations de nettoyage du déversement de la plateforme Deepwater Horizon participant à l'étude de suivi à long terme du National Institute of Environmental Health Sciences.	Enquête téléphonique réalisée entre novembre 2011 et juin 2013	La prévalence de la dépression est de 31 % dans l'échantillon; à la suite du déversement, 33 % des participantes ont déclaré une augmentation des disputes conjugales, de 31 % à 32 % des participantes ont déclaré des pertes de mémoire et de 39 % à 43 % des participantes ont déclaré des difficultés de concentration.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Shenesey JW, Langhinrichsen-Rohling J (2015) Perceived resilience: Examining impacts of the Deepwater Horizon oil spill one-year post-spill. Psychol Trauma. 2015 May;7(3):252-8. PMID : 25961118	Étude transversale réalisée un an après le déversement et faisant suite à l'étude de Gill *et al.*, 2012. 812 résidents des comtés de Mobile (*n* = 434) et de Baldwin (*n* = 378) en Alabama; sujets de sexe féminin (64 %), de sexe masculin (36 %); âgés en moyenne de 50 ans; Blancs (92 %), Afro-américains (5 %), Hispaniques/Latinos (4 %), autres (1 %); mariés (70 %); études collégiales/ professionnelles incomplètes (33 %) ou diplôme d'études secondaires (28 %). La plupart des sujets avaient un revenu familial de 50 000 $ ou moins.	Enquête téléphonique menée entre le 1er avril et le 28 avril 2011. Adaptation du questionnaire téléphonique initial comportant des questions additionnelles visant à mesurer comment les participants perçoivent leur résilience et leurs symptômes de dépression. Évaluation des symptômes d'état de stress post-traumatique à l'aide de l'échelle de l'effet des événements. Évaluation des symptômes de dépression à l'aide de sept questions tirées de l'échelle d'évaluation de la dépression du Center for Epidemiological Studies (CES-D-10) en 10 items.	L'étude révèle que 739 participants se considéraient comme étant résilients (33 % très résilients et 58 % modérément résilients); 7,6 % des participants se jugeaient non résilients. Les résultats relatifs à la résilience ne variaient pas selon l'âge. Les hommes se considéraient comme étant plus résilients que les femmes. Une plus faible résilience perçue était associée à une présence plus marquée de symptômes de dépression et d'état de stress post-traumatique.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Cherry KE, Sampson L, Galea S, Marks LD, Baudoin KH, Nezat PF, Stanko KE (2016) Health-Related Quality of Life in Older Coastal Residents After Multiple Disasters Disaster Med Public Health Prep. 2017 Feb;11(1):90-96 PMID : 27974075	Étude visant à déterminer les variations de la qualité de vie liée à la santé selon l'âge chez les survivants de catastrophes exposés aux ouragans Katrina et Rita en 2005 et au déversement de pétrole de la plateforme Deepwater Horizon de BP en 2010 (219 personnes; 92 résidents de zones non côtières et anciens résidents de zones côtières, 63 résidents actuels de zones côtières dont la propriété a subi des dommages matériels et qui ont dû quitter leur domicile en raison des ouragans en 2005, 64 pêcheurs commerciaux et les membres de leur famille) et l'effet exercé par l'engagement social sur ces variations.	Estimation de l'engagement social d'après les perturbations des activités de bienfaisance et du soutien social après les ouragans de 2005 comparativement à une année normale avant les ouragans. Les critères de mesure étaient les réponses des participants au questionnaire SF-36 (*Medical Outcomes Study Short Form*-36) qui comprend les indices composites de la santé physique (PCS) et mentale (MCS).	L'âge était inversement proportionnel aux scores au questionnaire SF-36 PCS. La diminution du soutien social perçu à la suite de l'ouragan Katrina était également inversement proportionnelle aux scores au questionnaire SF-36 MCS.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Lowe SR, Kwok RK, Payne J, Engel LS, Galea S, Sandler DP (2016) Why Does Disaster Recovery Work Influence Mental Health? Pathways through Physical Health and Household Income. Am J Community Psychol. 2016 Dec;58(3-4):354-364. PMID : 27704561	Dans le cadre de l'étude NIEHS GuLF, les participants ont fait état de leur participation aux opérations de nettoyage, de leurs symptômes liés à la santé physique à la suite du déversement et de leur revenu familial au début de l'étude (de mars 2011 à mars 2013) (volet W1). Ils ont aussi fait état de leurs symptômes liés à la santé mentale lors des visites d'évaluation à domicile subséquentes effectuées en moyenne 14,69 semaines plus tard (écart-type = 16,79) (volet W2). 10 141 participants (hommes = 78,2 %; Blancs = 53,7 %, Noirs = 35,5 %; âge moyen de 44,04 ans (entre 21 et 90 ans); 21,8 % ayant un niveau de scolarité inférieur à un diplôme d'études secondaires), 7 916 travailleurs et 2 225 non-travailleurs.	Chez les travailleurs, la durée moyenne des opérations de nettoyage était de 142,25 jours (écart-type = 139,75), et la durée moyenne d'exposition au pétrole était de 4,50 (écart-type = 1,08; intervalle : 2 – 7). L'évaluation du volet W2 a eu lieu au domicile des participants et comprenait le prélèvement d'échantillons biologiques, des évaluations cliniques et la collecte de données d'entrevue additionnelles, notamment les indicateurs structurés de santé mentale.	La participation aux opérations de nettoyage était associée à des taux plus élevés de symptômes physiques, lesquels étaient associés à des taux plus élevés d'état de stress post-traumatique, de dépression majeure et de trouble anxieux généralisé. Dans le cadre du volet W2, 5,5 % des participants ont atteint le critère associé à l'état de stress post-traumatique probable, 24,9 % ont atteint le critère associé au trouble anxieux généralisé probable et 16,5 % ont atteint le critère associé à la dépression majeure probable. Les participants au volet W2 ont déclaré un statut socioéconomique inférieur, présentaient davantage de problèmes de santé et étaient plus nombreux à faire partie d'une minorité raciale/ethnique. L'étude révèle qu'une plus longue participation aux opérations de nettoyage et une plus grande exposition au pétrole dans le cadre du travail étaient associées à un revenu familial plus important, lequel était associé à des taux inférieurs de symptômes de dépression majeure et de trouble anxieux généralisé. Ces résultats semblent indiquer que les symptômes liés à la santé physique contribuent à augmenter le risque d'apparition de symptômes liés à la santé mentale chez les travailleurs, tandis qu'un revenu familial plus élevé – pouvant découler de l'accomplissement de travaux plus importants – pourrait atténuer ce risque. Les limites de l'étude sont également présentées.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Osofsky JD, Osofsky HJ, Weems CF, Hansel TC, King LS (2016) Effects of Stress Related to the Gulf Oil Spill on Child and Adolescent Mental Health J Pediatr Psychol. 2016 Jan-Feb;41(1):65-72 PMID : 25306404	Étude prospective en milieu naturel menée auprès de 1 577 jeunes (âgés de 3 à 18 ans; filles = 56 %; Blancs = 56 %; Noirs = 25 %; origine multiethnique = 7 %; Hispaniques = 4 %; Asiatiques = 4 %; et autres = 4 %; 73 % avaient droit à un dîner payé en partie ou en totalité).	Symptômes d'état de stress post-traumatique mesurés à l'aide du modèle *Katrina Inspired Disaster Screenings*, une version modifiée de l'outil *National Child Traumatic Stress Network Disaster* (NCTSN) *Assessment and Referral Tool* utilisé chez les enfants et les adolescents. Une première évaluation des symptômes d'état de stress post-traumatique et de l'exposition aux ouragans a été effectuée entre septembre 2009 et mars 2010 – avant le déversement de pétrole – (période 1); une deuxième évaluation a été effectuée entre septembre et décembre 2010 – après le déversement – (période 2) et portait sur les symptômes d'état de stress post-traumatique et le niveau de stress associé au déversement de pétrole dans le golfe du Mexique.	Les scores moyens relatifs à l'état de stress post-traumatique étaient de 27,94 (10,5) et de 27,56 (10,4) pour la première et la deuxième évaluation, respectivement, et les coefficients de corrélation intraclasse (concordance parfaite des CCI) révélaient un niveau assez élevé de stabilité en ce qui concerne les symptômes d'état de stress post-traumatique (CCI entre les évaluations 1 et 2 = 0,61). La présence de facteurs de stress liés au déversement était fréquente et était associée aux symptômes d'état de stress post-traumatique. Un effet d'interaction a été observé, en ce sens que chez les sujets ayant des symptômes d'état de stress post-traumatique préexistants, un niveau d'exposition élevé à l'ouragan précédent et un niveau de stress élevé associé au déversement de pétrole, des symptômes plus intenses d'état de stress post-traumatique ont été observés après le déversement.

Réviseur	Référence	Modèle d'étude	Méthodologie	Résultats
	Rung AL, Gaston S, Oral E, Robinson WT, Fontham E, Harrington DJ, Trapido E, Peters ES (2016) Depression, Mental Distress, and Domestic Conflict among Louisiana Women Exposed to the Deepwater Horizon Oil Spill in the WaTCH Study Environ Health Perspect. 2016 Sep;124(9):1429-35 PMID : 27164620	Étude menée dans un échantillon de population composé de 2 842 femmes participant à l'étude WaTCH (Women and Their Children's Health Study). Les participantes ont répondu à des questions au sujet de la dépression, de la détresse psychologique, des conflits conjugaux et de l'exposition au déversement de pétrole.	Entrevues téléphoniques réalisées entre juillet 2012 et août 2014. Les symptômes de dépression ont été mesurés à l'aide de l'échelle d'évaluation de la dépression en 20 items du Center for Epidemiological Studies (CES-D-20), avec un score seuil de 16 évocateur de symptômes de dépression; les symptômes de détresse psychologique ont été mesurés à l'aide de l'échelle de détresse psychologique de Kessler-6 (K6), un score supérieur ou égal à 13 indiquant la présence probable d'une détresse psychologique grave et un score entre 8 et 12, une détresse modérée.	28 % des participantes ont déclaré des symptômes de dépression, 13 % ont déclaré des symptômes de détresse psychologique grave, 16 % ont déclaré une augmentation des disputes conjugales et 11 % ont déclaré une augmentation de l'intensité des disputes conjugales. Tant l'exposition aux préjudices économiques que l'exposition physique au déversement étaient associées aux symptômes de dépression et aux conflits conjugaux, tandis que seule l'exposition physique était associée aux symptômes de détresse psychologique.

Annexe G : Conseils à propos de l'intervention sur le site lors d'incidents pipeliniers, de déraillements et maritimes

Intervention en cas d'accidents pipeliniers

Le Guide des mesures d'urgence (GMU2016) [GMU, 2016] présente des instructions générales à l'intention des intervenants en cas d'accidents pipeliniers. (Les renseignements au sujet des ruptures de pipeline figurent à la page 23.)

La sécurité d'abord! La sécurité de l'intervenant et de la collectivité est la première priorité. Les intervenants doivent garder le vent dans le dos et rester en hauteur et/ou en amont lorsqu'ils approchent d'un accident de pipeline. On doit utiliser des détecteurs atmosphériques pour signaler la présence de concentrations explosives ou toxiques de matières dangereuses :

- porter toujours un équipement de protection individuelle adéquat;
- ne jamais tenter d'actionner les vannes d'un pipeline;
- ne jamais tenter d'éteindre un feu de pipeline avant d'avoir arrêté l'alimentation, car cela pourrait causer la formation de mélanges explosifs;
- ne pas entrer dans un nuage de vapeur lorsqu'on tente d'identifier le ou les produits en cause.

Le GMU2016 indique ce qui suit aux intervenants (voir la page 24) :

- identifier l'exploitant et si possible, le produit;
- aviser l'exploitant du pipeline;
- établir un poste de commandement;
- sécuriser la scène; et
- établir un plan pour évacuer ou s'abriter sur place;

Le GMU2016 décrit les facteurs à prendre en compte pour déterminer les distances des activités de protection en cas de rejet de pétrole brut par un pipeline perforé (voir la section 3.2.5).

Intervention en cas de déraillement

Les consignes à suivre en cas d'un déraillement sont semblables à celles que l'on doit suivre en cas de rupture de pipeline, sauf que la compagnie ferroviaire doit être avisée. Des renseignements propres au pétrole brut Bakken sont présentés dans un rapport du NWAC [NWAC, 2015].

Intervention en cas d'accident maritime

L'intervention Canadienne lors de déversements en milieu maritime est détaillée dans le Régime canadien de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures [TC, 2012]. La Garde côtière canadienne (GCC) est chargée de gérer les déversements d'hydrocarbures en milieu marin canadien. En cas de pollution maritime, le pollueur qui embauche une équipe d'intervention responsable de gérer et nettoyer le déversement. Les quatre organismes d'intervention certifiés, basées sur les régions géographiques, sont décrits dans la référence [TC, 2016].

La GCC supervise les ressources fournis par le pollueur et peut intervenir si le pollueur est inconnu, incapable d'intervenir ou non disposé à le faire. La GCC peut être indemnisés des frais encourus lors de la gestion ou la surveillance durant l'intervention en cas de déversement.

Les Lignes directrices de Transport Canada concernant la notification des incidents mettant en cause des polluants marins sont présentes dans la référence TC, 2016 et les coordonnées régionales pour rapporter les incidents de

déversement marins sont indiqués dans la référence CCG, 2015.

Distances pour la zone d'isolation initiale et la zone d'activités de protection

Mieux vaut laisser à l'équipe d'intervention le soin de déterminer les distances des zones d'activités de protection (coordination par l'équipe HazMat, le responsable de l'intervention et les experts de l'industrie).

La **zone d'isolation initiale** désigne une aire AUTOUR du lieu d'incident, à l'intérieur de laquelle les personnes peuvent être exposées à des concentrations de matières présentant un risque (en amont du vent) et constituant un danger de mort sous le vent (en aval du vent).

La **zone d'activités de protection** définit une zone SOUS LE VENT par rapport à la zone d'accident en aval du lieu d'incident, à l'intérieur de laquelle les personnes peuvent être frappées d'incapacité et incapables de prendre des mesures de protection et/ou courent des risques de problèmes de santé graves ou irréversibles (voir la Figure G–1).

Le GMU2016 présente des directives générales. Le pétrole brut (UN1267) est classé comme liquide inflammable (non miscible à l'eau). Le Guide 128 suggère que dans le cas des gros déversements (plus de 208 litres), une zone d'évacuation initiale sous le vent d'au moins 300 mètres doit être envisagée. Dans le cas d'un **incendie** mettant en cause une citerne, un wagon ou un camion-citerne, une distance d'isolation de 800 mètres dans toutes les directions doit être mise en place, et une zone d'évacuation initiale de 800 mètres dans toutes les directions doit être envisagée.

Le pétrole brut acide (UN3494) est classé comme liquide inflammable (toxique). Le Guide 131 suggère qu'en cas de déversement, on utilise les valeurs données dans GMU2016 (voir le Tableau G–1) pour la distance d'isolation initiale et la distance pour les activités de protection. De plus, le Guide indique que dans le cas d'un **incendie** mettant en cause une citerne, un wagon ou un camion-citerne, une distance d'isolation de 800 mètres dans toutes les directions doit être mise en place, et une zone d'évacuation initiale de 800 mètres dans toutes les directions doit être envisagée.

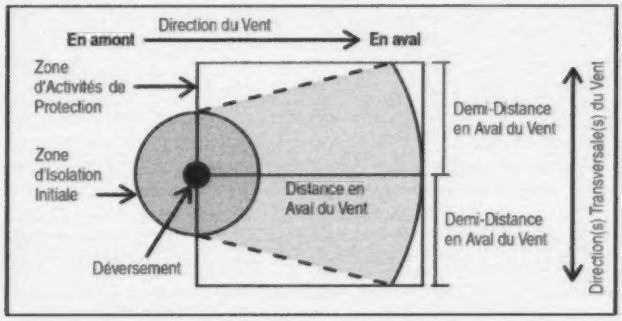


Figure G–1 : Zone d'isolation initiale et zone d'activités de protection

Tableau G–1 : Distance d'isolation initiale et distance d'activités de protection pour les déversements de pétrole brut (UN3494) [GMU2016]

PETIT DÉVERSEMENT (provenant d'un petit colis ou une petite fuite d'un grand colis*)			GRAND DÉVERSEMENT (provenant d'un grand colis ou de plusieurs petits colis)		
D'abord ISOLER dans toutes les directions (mètres)	Ensuite PROTÉGER les personnes en aval du vent pendant		D'abord ISOLER dans toutes les directions (mètres)	Ensuite PROTÉGER les personnes en aval du vent pendant	
	Jour (km)	Nuit (km)		Jour (km)	Nuit (km)
30	0,1	0,2	60	0,5	0,7

* colis = emballage plus contenu

** Les déversements impliquant le relâchement d'approximativement 208 litres pour les liquides (55 gallon US) et 300kg (660 livres) ou moins sont considérés comme des petits déversements, tandis que des déversements impliquant de plus grandes quantités sont considérés comme des grands déversements.

Le GMU2016 mentionne que l'on doit tenir compte des facteurs suivants pour déterminer les distances pour les zones d'activités de protection dans le cas des rejets de pétrole brut par une rupture de pipeline (GMU2016) :

1. le type de pétrole brut (acide ou peu sulfuré);
2. l'étendue et le type de déversement (observations visuelles, p. ex., jaillissement à la suite d'une rupture de pipeline, bulles sortant lentement du sol);
3. la pression et le diamètre du tuyau;
4. le délai de fermeture des vannes (rapide pour les vannes automatisées; plus long pour les vannes à opération manuelle);
5. le temps de disparition du produit dans le pipeline une fois que les vannes sont fermées;
6. la capacité d'effectuer de la surveillance atmosphérique et/ou un échantillonnage de l'air;
7. les conditions météorologiques (direction du vent, etc.);
8. les variables locales comme la topographie, la densité de population, les caractéristiques démographiques et les méthodes d'extinction d'incendie disponibles;
9. la présence de matériaux de construction à proximité et leur densité;
10. les obstacles naturels et artificiels (routes).

Outre les facteurs 1, 6, 7, 8, 9 et 10, on doit tenir compte des facteurs suivants dans le cas d'un déraillement :

- y a-t-il eu un incendie ou une explosion, ou y a-t-il imminence d'incendie ou d'explosion?
- le nombre de wagons déraillés et leur état (p. ex., les wagons fuient-ils ou semblent-ils fuir)?

Références

Garde côtière canadienne (2018) Rapport d'incident de pollution marine [http://www.ccg-gcc.gc.ca/fra/GCC/RES_Numeros_des_centres_de_sauvetage]

NW Area Committee Federal and State Spill Response Agencies (NWAC) (2015) Bakken Crude Oil. [http://www.rrt10nwac.com/Files/FactSheets/150213064220.pdf]

Transports Canada (2016) Guide des Mesures d'Urgence 2016 [file:///C:/Users/armou/Documents/chemical%20references/FrenchERGPDF.pdf]

Transports Canada (TC) (2010) Régime canadien de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures [http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/epe-sie-regime-menu-1780.htm]

Transports Canada (TC) (2018) Organismes d'intervention [http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/epe-sie-regime-ois-771.htm]

Annexe H : Équipement de protection individuelle

Si possible, les intervenants doivent éviter tout contact avec le pétrole brut.

Le GMU2016 recommande que les intervenants lors d'un accident chimique décrit dans les Guide 128 (pétrole brut UN1267) ou le Guide 131 (pétrole brut acide UN3494) portent un appareil de protection respiratoire autonome (APRA).

Le port d'un APRA protégera l'intervenant contre les dangers d'inhalation des produits chimiques lors du rejet initial ou qui sont produits en raison d'un incendie, car l'APRA assurera un apport adéquat en oxygène à l'intervenant. Il élimine également la nécessité d'identifier tous les produits chimiques dangereux présents (p. ex., le sulfure d'hydrogène dans le cas du pétrole brut acide, les COV) et leurs concentrations, et il permet également de mesurer la concentration d'oxygène.

Le port d'un APRA requiert une formation, et par conséquent, seuls les premiers intervenants (p. ex., équipe HazMat, pompiers, policiers) les utilisent. Les préposés au nettoyage et les autres personnes qui ont un besoin légitime d'accéder au site de l'accident doivent être pourvus d'un autre type approprié de protection respiratoire. L'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) des États-Unis décrit les normes et les exigences de protection respiratoire dans la référence OSHA, 2015.

Les intervenants doivent également porter des gants à l'épreuve des hydrocarbures, des vêtements de protection, des chaussures ou des bottes, selon le type de rejet et les tâches à réaliser [Wireless Information System for Emergency Responders (WISER), 2014; Ansell, 2014; ChemRest, 2014].

Le National Institute for Occupational Health (NIOSH) des États-Unis et l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) des États-Unis ont publié des guides détaillés sur l'équipement de protection individuelle, y compris les appareils respiratoires, requis pour les opérations de nettoyage à la suite du déversement d'hydrocarbures léger par la plateforme Deepwater Horizon [NIOSH, 2010; NIEHS, 2010].

Le National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) des États-Unis offre des cours et des outils de formation s'adressant aux intervenants lors des déversements d'hydrocarbures [NIEHS, 2016].

Références

Emergency Response Guidebook (ERG2016), U.S. Department of Transportation, Pipelines and Hazardous Materials Safety Administration, Transport Canada, Secretariat of Transport and Communications Mexico. [https://www.tc.gc.ca/media/documents/tdg-eng/EnglishERGPDF.pdf]

King BS and Gibbins JD (2011) Health Hazard Evaluation of Deepwater Horizon Response Workers, Health Hazard Evaluation Report HETA 2010-0115 & 2010-0129-3138, August 2011. [https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2010-0115-0129-3138.pdf]

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (2010a) NIOSH/OSHA (2010) Interim Guidance for Protecting Deepwater Horizon Response Workers and Volunteers. [http://www.cdc.gov/niosh/topics/oilspillresponse/pdfs/NIOSH%20Interim_Respiratory%20Protection.pdf]

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) (2010) Safety and Health Awareness for Oil Spill Cleanup Workers. [https://www.osha.gov/Publications/Oil_Spill_Booklet_05.11_v4.pdf]

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) (2016) Safety and Training for Oil Spill Response Workers. [http://tools.niehs.nih.gov/wetp/index.cfm?id=2495#top]

U.S. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (2015) OSHA's Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.134. [https://www.osha.gov/dte/library/respirators/presentation/]

Wireless Information System for Emergency Responders (WISER) (2014) Crude Oil. [http://webwiser.nlm.nih.gov/getSubstanceData.do?substanceId=447&displaySubstanceName=Crude%20Oil&STCCID=&UNNAID=&selectedDataMenuItemID=4]

Annexe I : Déraillements impliquant du pétrole brut au Canada et au États-Unis depuis le déraillement de Lac Mégantic

Date	Endroit	Description	Conséquences
2016 **Juin 3**	**Mosier (OR)**	Train Union Pacific, 96 wagons contenant de brut Bakken	• Déraillement de 16 wagons • 4 wagons en feu; environ 47 000 gallons de pétrole brut ont été déversés • Les habitants des résidences à l'intérieur de 0,35 mille du site du déraillement ont été évacués. • Source d'eau potable affectée ; 13 000 gallons ont coulé dans l'usine de traitement des eaux usées • 2 960 tonnes de sols contaminés de pétrole enlevés • La qualité de l'eau et de l'air sur site ont été surveillé/vérifié [ODEQ, 2017]
2015 **Juillet 16**	**Culbertson (MT**	Train de BNSF avec deux locomotives, deux wagons-tampon, 106 wagons entièrement chargés de brut Bakken	• Déraillement de 22 wagons • Environ 47 000 gallons ont été déversés de 4 wagons • Aucun incendie ni explosion • Évacuation de douzaine de maisons et un camp pour travailleur de champ pétrolier • Fermeture de l'autoroute fédérale 2 [Brown and Volz, 2015]
2015 **6 mai**	**Heimdal (ND)**	Déraillement d'un train-bloc de pétrole brut de 109 wagons, de BNSF (107 wagons-citernes) Pétrole débarrassé des substances volatiles (propane, butane et autres gaz volatils) avant le transport (pv = 10,8 lb/po2) Wagons DOT-111 non chemisés respectant la norme (CPC)-1232.	• Aucune victime signalée, quelque 40 personnes ont été évacuées de la ville et de fermes environnantes. • Le pétrole présent dans les fondrières est en cours de récupération.
2015 **7 mars**	**Gogama (ON)**	Train-bloc U70451-02 du Canadien National (CN) transportant du pétrole brut, avec deux locomotives de tête, 94 wagons-citernes de catégorie 111 chargés de pétrole brut (UN 1267) Train : longueur de 6 089 pi et poids de 14 355 tonnes. 39 wagons déraillés.	• Aucune victime signalée, aucune évacuation requise (région isolée). • Déraillement de 39 wagons; rupture de 36 wagons, rejet de produit et important incendie de feu en nappe; tous les feux avaient été éteints au 10 mars 2015. • [R15H0021, 2015]

Date	Endroit	Description	Conséquences
2015 **5 mars**	**Galena (Il)**	Train de BNSF, 105 wagons, dont 103 contenaient 630 000 gallons de brut Bakken. Vitesse : 23 mi/h. Wagons DOT-111 respectant la norme (CPC)-1232.	• Déraillement de 21 wagons, rupture de 7 wagons; cinq des wagons éventrés ont pris feu; les feux avaient été éteints au 8 mars. • Environ 218 000 gallons de pétrole brut ont été récupérés des wagons-citernes éventrés. • Les habitants des résidences à l'intérieur d'un mille du site du déraillement ont été évacués. • [EPA, 2015b]
2015 **16 février**	**Mount Carbon (WA)**	Train de CNXT avec deux locomotives, 107 wagons-citernes entièrement chargés transportant du brut; 2 wagons-trémies tampons couverts. Vitesse : 33 mi/h. Cause : rails endommagés. Wagons DOT-111 non chemisés respectant la norme (CPC)-1232.	• Déraillement de 27 wagons chargés; 2 wagons perforés, rejet de pétrole qui s'est enflammé et a pris feu; le feu en nappe a provoqué des ruptures thermiques dans 13 autres wagons; 24 wagons ont subi des dommages importants. • Une personne blessée (inhalation de fumée); une maison et un garage détruits. • On estime que 362 300 gallons ont été rejetés, la majeure partie perdue dans l'atmosphère, par combustion, dans les incendies en nappe et par absorption par le sol. • Évacuation pendant 5 jours des résidents se trouvant en deçà de ½ mille du lieu de l'accident, environ 1 100 résidents touchés. • [FRA2015]
2015 **14 février**	**Gogama (ON)**	Train du CN avec deux locomotives de tête, 100 wagons-citernes de catégorie 111, 68 chargés de pétrole brut (UN 1267) et 32 de distillats de pétrole (UN 1268). Train : longueur de 6 089 pi, poids : 14 355 tonnes. Vitesse : 38 mi/h. 29 wagons déraillés, 25 endommagés.	• Aucune victime signalée, aucune évacuation requise (région isolée). • Plusieurs wagons perforés, rejet de produit, 7 wagons initialement en feu, l'incendie a endommagé 21 wagons, on a laissé brûler le produit, tous les feux avaient été éteints le 20 février 2015. • Tous les wagons avaient été construits moins de trois ans auparavant, selon la norme CPC-1232 de l'industrie. • Plus d'un million de litres de produit ont été rejetés. • [R15H0013, 2015]
2014 **30 avril**	**Lynchburg (VA)**	Train-bloc de CSX, avec deux locomotives, un wagon-tampon et 105 wagons transportant du brut Bakken	• Déraillement de 17 wagons dans la ville de Lynchburg, perforation de wagon – un incendie intense a suivi; 3 wagons sont tombés dans la rivière James, déversant jusqu'à 30 000 gallons de pétrole dans la rivière; l'incendie a causé l'évacuation de 350 personnes [EO].
2014 **12 février**	**Vandergrift (PA)**	Train de 120 wagons de la Norfolk Southern, transportant du pétrole brut lourd canadien; déraillement de 21 wagons.	• 19 des wagons déraillés contenaient du pétrole, et 2 du GNL; 3 wagons ont été perforés; déversement de 10 000 gallons.

Date	Endroit	Description	Conséquences
2014 31 janvier	**New Augusta (MS)**	Train du CN transportant du pétrole brut; déraillement de 11 wagons.	• Déversement de 90 000 gallons; évacuation obligatoire dans un rayon de 1 000 pi – 50 personnes évacuées.
2014 7 janvier	**Plaster rock (NB)**	Train de 122 wagons du CN; 19 wagons et la locomotive ont déraillé; 9 wagons contenaient du pétrole brut et du gaz de pétrole liquéfié (GPL).	• Déversement de 30 000 gallons; incendie subséquent; évacuation dans un rayon de 2 km – 45 résidences.
2013 30 déc.	**Casselton (ND)**	Train-bloc de 106 wagons de BNSF, transportant du pétrole, 3 locomotives ont heurté un train de céréales; déraillement de 21 wagons.	• Aucune victime; évacuation volontaire de quelque 1 400 personnes de Casselton; 18 des 21 citernes de pétrole qui ont déraillé ont été perforées; environ 476 436 gallons ont été déversés; la majeure partie a été perdue dans l'atmosphère par combustion, à la suite des explosions; une partie a été absorbée dans les champs de maïs proches; coût estimé à 8 M$ US [EO].
2013 9 nov.	**Aliceville (AL)**	26 des 90 wagons-citernes transportant du brut Bakken ont déraillé; 9 ont été endommagés; 3 ont explosé; incendie visible dans un rayon de 10 milles.	• Déversement de 630 000 gallons; coûts de nettoyage estimés à 3,9 M$.
2013 19 octobre	**Gainford (AB) (environ 80 km à l'ouest d'Edmonton)**	13 wagons-citernes du CN – 4 chargés de pétrole brut et 9 de gaz de pétrole liquéfié – ont déraillé juste après minuit; 3 wagons de GPL ont pris feu; il y a eu au moins 2 explosions.	• Aucune victime, selon les premiers rapports; évacuation de plus de 100 personnes; fermeture de la route.
2013 6 juillet	**Lac-Mégantic (QC)**	Un train à la dérive de 72 wagons chargés de brut Bakken s'est écrasé; 63 wagons déraillés; explosion dans le centre de la ville; incendie massif.	• 47 personnes tuées; la moitié du centre-ville détruite; 1 580 000 gallons déversés.
2013 21 mai	**Jansen (SK) (sud-est de la Saskatchewan)**	Déraillement d'un train de 5 wagons du CP; fuites d'un wagon.	• Aucune victime. Plus de 91 000 litres de pétrole ont été déversés.
2013 3 avril	**10 km à l'ouest de White River (ON)**	Train du CP; 22 wagons déraillés, y compris 7 wagons-citernes chargés de pétrole brut, dont 2 ont fui.	• Environ 110 000 litres de pétrole brut léger ont été déversés.
2013 23 mars	**Parkers Prairie (MN)**	14 wagons-citernes d'un train de 94 wagons du CP ont déraillé; perforation d'un wagon; fuites de deux autres wagons.	• Déversement de 20 000 à 30 000 gallons.

Date	Endroit	Description	Conséquences
2008 **22 août**	**Luther (OK)**	14 wagons d'un train de marchandises générales de 110 wagons de BNSF ont déraillé, dont 8 wagons-citernes contenant du pétrole brut (UN 1267), P. G. III, catégorie 3, UN 1267; 3 wagons ont subi des perforations dans la coquille latérale; 5 wagons ont fui par le couvercle de trou d'homme.	• Aucune victime; incendie et explosion; évacuation de 14 familles; dommages aux wagons : 542 064 $; dommages aux voies : 210 975 $.

Références :

Brown M and Nicholson B (2015), Oil in derailed train had been treated to lower volatility: company, The Associated Press, published Thursday, May 7, 2015. [http://www.ctvnews.ca/world/oil-in-derailed-train-had-been-treated-to-lower-volatility-company-1.2363407]

Brown M and Volz M (2015) 35,000 gallons of oil spills after Montana train derailment, Lethbridge Herald July 18, 2015 [http://www.pressreader.com/canada/lethbridge-herald/20150718/281633893924038/TextView]

Gibbons R and Dilts E (2014) Train carrying Canadian oil derails, leaks in Pennsylvania, Reuters, 13 February. [http://www.reuters.com/article/us-energy-crude-derailment-idUSBREA1C13120140213]

McQuigge M (2017) Ontario First Nation sues CN Rail over oil spills, The Canadian Press, August 14, 2017 [http://www.macleans.ca/news/canada/ontario-first-nation-sues-cn-rail-over-oil-spills/]

Mississippi Emergency Management Agency (MSEMA) (2014) Perry County Train Derailment Update. [http://www.msema.org/perry-county-train-derailment-update/]

Mouawad J (2015) Oil Tank Car Fire Forces Evacuation of North Dakota Town New York Times, 6 May 2015. [http://www.nytimes.com/2015/05/07/business/oil-tank-cars-derail-and-catch-fire-in-north-dakota.html?_r=0

Oregon Department of Environmental Quality (ODEQ) (2017) Mosier UPRR derail [http://www.deq.state.or.us/Webdocs/Forms/Output/FPController.ashx?SourceIdType=11&SourceId=6115]

Transportation Safety Board of Canada (TSB) (2013) Rail Investigation R13E0142 Non-Main-Track Derailment Canadian National Freight Train M30151-18 Mile 57.25, Edson Subdivision Gainford, Alberta 19 October 2013. [http://www.bst-tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/rail/2013/r13e0142/r13e0142.pdf]

Transportation Safety Board of Canada (TSB) (2014) Rail Investigation R14M0002 Train derailment in Plaster Rock, New Brunswick. [http://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/rail/2014/r14m0002/r14m0002.pdf]

Transportation Safety Board of Canada (TSB) (2015) Railway Investigation R15H002: Derailment and fire of second Canadian National crude oil train near Gogama, Ontario. [http://www.tsb.gc.ca/eng/enquetes-investigations/rail/2015/r15h0021/r15h0021.asp]

Transportation Safety Board of Canada (TSB) (2017a) Railway Investigation Report R15H0013 Main-track train derailment Canadian National Railway Company Freight train U70451-10 Mile 111.7, Ruel Subdivision Gladwick, Ontario 14 February 2015. [http://www.tsb-bst.gc.ca/eng/rapports-reports/rail/2015/r15h0013/r15h0013.pdf]

Transportation Safety Board of Canada (TSB) (2017b) Railway Investigation R15H0021 Main-track train derailment Canadian National Railway Company Freight train U70451-03 Mile 88.75, Ruel Subdivision Gogoma, Ontario, 07, March 2015 [http://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/rail/2015/r15h0021/r15h0021.pdf]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2015) Emergency Response and Management Activities [https://www.epa.gov/emergency-response/emergency-response-and-management-activities]

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2015) Aliceville Train Derailment [https://response.epa.gov/site/sitrep_profile.aspx?site_id=8939]

U.S. Federal Railroad Administration (FRA) (2015) Accident Findings Report for Derailment of CSX Transportation, Inc.'s Unit Crude Oil Train K08014 Trans-porting Crude Oil for Plains All American. Mount Carbon, WV: FRA File #HQ-2015-1009. [https://www.fra.dot.gov/eLib/Details/L17123]

U.S. National Transportation Safety Board (NTSB) (2016) Railroad Accident Brief CSXT Petroleum Crude Oil Train Derailment and Hazardous Materials Release DC14AFR008: Lynchburg, VA [https://ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/RAB1601.pdf]

U.S. National Transportation Safety Board (NTSB) (2017a) BNSF Railway Train Derailment and Subsequent Train Collision, Release of Hazardous Materials and Fire Casselton, North Dakota December 30, 2013

[https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/RAB1703.pdf]

U.S. National Transportation Safety Board (NTSB) (2017b) NTSB Issues Probable Cause for Casselton, North Dakota, Crude Oil Train Accident. [https://www.ntsb.gov/news/press-releases/Pages/PR20170207b.aspx]

U.S. National Transportation Safety Board (NTSB) (2017c) Railroad Accident Brief BNSF Railway Crude Oil unit train Derailment Heimdal, North Dakota [https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/RAB1712.pdf]

Annexe J1 : Principaux déversements de pétrole brut mettant en cause un pipeline au Canada et aux États-Unis

Les récents accidents de pipelines au Canada et aux États-Unis mettant en cause du pétrole brut sont décrits dans le tableau 25. D'autres accidents de pipelines importants ailleurs dans le monde sont présentés à l'annexe J.

L'accident de pipeline survenu en 2007 à Burnaby (C.-B.) est décrit dans l'étude de cas 2.

L'accident de pipeline survenu en 2010 à Marshall (M)I est décrit dans l'étude de cas 3.

Tableau 17 : Récents accidents de pipelines mettant en cause du pétrole brut au Canada et aux États-Unis

Date	Endroit	Compagnie	Description	Conséquences
2016 **21 juil.**	**Rivière Saskatchewan Nord**	Husky	Rupture de pipeline; entre 200 000 et 250 000 litres de pétrole brut et autre matière déversés dans la rivière Saskatchewan Nord. Cause de la rupture : sol affaissé.	• Les villes de North Battleford, Prince Albert et Melfort ont dû fermer leurs prises d'eau provenant de la rivière et trouver d'autres sources d'eau pendant près de deux mois. • Quelque 210 000 litres ont été récupérés. • Coût : 90 M$ pour contrer le déversement. • Le gouvernement de la Saskatchewan a augmenté les pénalités à un maximum de 500 000 $ par jour. • [Graham, 2016, Saskatchewan Government (SG), 2016]
2015 **16 juil.**	**Sud de Fort McMurray (AB)**	Nexen Energy	Fuite de 5 000 000 de litres d'une émulsion bitume-eau-sable d'un pipeline.	• Le déversement a couvert une superficie d'environ 16 000 mètres carrés, le rejet ayant été principalement isolé au niveau du pipeline. • [CBC, 2015c; Alberta Energy Regulator, 2016]
2015 **17 janv.**	**5 milles en aval de Glendive (MT)**	Bridger Pipeline	Rupture d'un pipeline de 12 po; au moins 30 000 gallons de pétrole brut Bakken se sont déversés dans la rivière Yellowstone.	• Avis : ne pas boire d'eau; EPA – concentrations de benzène au-dessus des concentrations sécuritaires, qui peuvent avoir endommagé les ressources naturelles. • [Montana Dept. Justice, 2015; USGS, 2015]
2014 **30 nov.**	**Red Earth Creek (AB)**	Canadian Natural Resources	Défaillance mécanique du pipeline. Près de 60 000 litres de pétrole brut déversés dans une fondrière.	• La faune n'a pas été touchée. • Faible quantité de gaz (sulfure d'hydrogène) détectée. • [CBC News, 2014b]
2014 **3 avril**	**Près de Slave Lake (AB)**	Canadian Natural Resources	Défaillance d'un pipeline en surface; déversement de 70 000 litres de pétrole et d'eau traitée.	• [CBC News, 2014a]

Date	Endroit	Compagnie	Description	Conséquences
2013 10 oct.	**Tioga (ND)**	Tesoro Logistics	Fuite d'un pipeline; 20 600 barils de pétrole brut Bakken dans des champs de blé.	• Aucune victime; aucune pollution de l'eau; déversement d'huile isolé dans une superficie de 7,3 acres. • Coûts estimés de nettoyage : plus de 11 M$ • [North Dakota Dept. of Health, 2016; Sider, 2013; Dalrymple, 2014]]
2013 29 mars	**Mayflower (AR)**	Exxon Mobil	Rupture du pipeline Pegasus transportant du brut lourd canadien Wabasca.	• Rejet de 3 190 barils de pétrole. • Le pétrole s'est déversé dans l'environnement, puis s'est écoulé dans le lac Conway; effets sur la végétation, la sauvagine et diverses autres faunes des zones humides. • Évacuation de 21 résidences. • Exxon a dû fournir une formation additionnelle à ses premiers intervenants contre le déversement et établir des dépôts d'équipement et de fournitures pour la lutte contre le déversement à trois endroits stratégiquement choisis le long du pipeline. • Sanction civile fédérale de 3 190 000 $, payée au fonds Oil Spill Liability Trust Fund [EPA, 2015]
2012 27 juil.	**Grand Marsh (WI)**	Enbridge	Fuite d'un pipeline : plus de 1 000 barils de pétrole brut dans les champs.	• Évacuation d'une famille. • [O'Brien, 2012]
2012 7 juin	**Rivière Red Deer (AB)**	Plains Midstream Canada	Fuite d'un pipeline : 461 000 litres de pétrole brut acide dans une rivière près de Sundre.	• Constats : la compagnie : 1. n'avait pas inspecté son pipeline suffisamment de fois; 2. n'avait pas porté suffisamment attention aux avertissements du gouvernement; 3. avait omis de prendre des mesures d'atténuation adéquates lorsque la fuite s'est produite; 4. a mal communiqué avec les centaines de personnes touchées par le déversement. • A été poursuivie pour deux chefs d'accusation de violation aux lois de l'environnement en juin 2014. • A reçu une amende de 1,3 M$ après avoir plaidé coupable aux accusations pour ce déversement de 2012 et le déversement de Rainbow Lake en 2011. [CBC News, 2014c]

Date	Endroit	Compagnie	Description	Conséquences
2012 **19 juin**	**Elk Point** **Nord-est d'Edmonton (AB)**	Enbridge	Défaillance du joint d'étanchéité d'une bride de pipeline à la station de pompage. Déversement d'environ 230 000 litres de pétrole brut.	• Le déversement a été presque entièrement confiné au site. • Aucun impact sur la faune ou l'eau. • [CBC News, 2012]
2012 **2 mars**	**New Lennox Township (IL)**	Enbridge	Une voiture participant à une course d'accélération s'est écrasée contre le pipeline, provoquant sa rupture et causant une explosion et un incendie.	• 2 morts; 3 blessés graves. • Déversement de 20 000 gallons. • Pipeline fermé pour plus de 6 jours. • [CBS, 2012]
2012 **24 janv.**	**Terminal Sumas, Abbotsford (CB)**	Kinder Morgan Energy Partners	Déversement de 90 000 litres de pétrole brut léger provenant d'un réservoir de stockage, déversés dans la zone de confinement.	• Zone résidentielle et écoles touchées par les vapeurs. • [TransMountain Pipeline, 2012]
2011 **1er juil.**	**Yellowstone County (MT), environ 20 milles en amont de Billings (MT)**	ExxonMobil	Rejet de 1 500 barils de pétrole brut dans la rivière Yellowstone.	• Aucune victime; évacuation de 140 personnes. • La rivière et sa plaine inondable ont été touchées sur 85 milles en aval. • On a récupéré peu de pétrole. • Coût estimé combiné : 135 000 000 $; amende de 1,6 M$. [MDEQ, 2016]
2011 **Avril**	**Rainbow Lake, 100 km au nord-est de Rivière-la-Paix (AB)**	Plains Midstream Canada	Fuite de 28 000 barils.	• Contamination de plus de 3 hectares d'étang à castors et de fondrières. • Les résidents de Little Buffalo, à 30 km du site du déversement au nord-est de Rivière-la-Paix, ont indiqué que les vapeurs provenant des fuites de brut les avaient rendus malades : nausée, yeux irrités, maux de tête. • La compagnie a été poursuivie pour trois chefs d'accusation pour infraction aux lois de la protection de l'environnement. • [CBC, 2011; CBC, 2013c]

Date	Endroit	Compagnie	Description	Conséquences
2010 9 sept.	**Romeoville (IL)**	Enbridge Energy	Fuite d'un pipeline passant sous le pavage d'une rue, dans un parc industriel.	• Déversement de 6 430 barils de pétrole brut lourd de la Saskatchewan dans un fossé de drainage d'eaux d'orage, puis vers un étang de gestion des eaux d'orage. • Évacuation de 50 personnes dans 11 entreprises à proximité. • Fermeture de 23 entreprises dans le secteur, entre 1 et 9 jours. • Dommages, y compris les coûts d'assainissement environnemental, estimés à environ 46,6 M$. [NTSB, 2013]
2010 25 juil.	**Marshall (MI)**	Enbridge Energy	Rupture d'un pipeline de pétrole brut, et déversement d'environ 843 444 gallons de pétrole brut dans la rivière Kalamazoo.	• Évacuation des résidents de 30 à 50 résidences. • 320 personnes ont signalé des symptômes types d'une exposition au pétrole brut. • Près de 4 000 animaux malades. • 35 milles de zones humides et de voies navigables souillées. • Coûts du nettoyage : 1,21 milliard de dollars US. • (Voir l'étude de cas 3). [NTSB, 2012]
2009 7 mai	**Burnaby (CB)**	Kinder Morgan Energy partners	200 000 litres de pétrole brut ont fui depuis un réservoir de stockage.	• Pétrole retenu dans une baie de confinement chemisée entourant le réservoir. • Le déversement a touché le sol et les eaux souterraines à proximité de la baie du réservoir, ainsi que les sédiments, les eaux et la faune dans la zone de rétention tertiaire. [Wintonyk, 2009]
2007 24 juil.	**Burnaby (CB)**	Kinder Morgan Energy partners	Une excavatrice a perforé un pipeline de 4 po, ce qui a provoqué un jaillissement de pétrole d'une hauteur de 12 à 15 mètres dans l'air, et recouvrant la zone environnante de pétrole pendant environ 25 minutes.	• Aucune explosion ni incendie ou victime. • 2 travailleurs d'intervention d'urgence, 2 pompiers et 2 civils ont été aspergés de pétrole. • Évacuation de 250 personnes. • 50 maisons touchées – 11 gravement touchées. • 234 000 litres de pétrole déversés dans le voisinage résidentiel et l'océan; 210 000 litres récupérés. • Route fermée pendant plusieurs jours. • Coûts de nettoyage supérieurs à 15 M$; amendes de 1 000 $ pour chacune des trois compagnies en cause. [BCENV, 2007; BST, 2009; Raptis, 2011] • (Voir l'étude de cas 2.)
Remarque : Une carte illustrant les lieux de déversement de pétrole brut, de bitume brut et de pétrole brut synthétique en Alberta, du 1er janvier 1975 au 4 février 2013, est disponible à (http://static.globalnews.ca/content/interactives/maps/oil_maps/lookup_v05.html)				

Annexe J2 : Principaux déversements de pétrole brut dans le monde mettant en cause un pipeline, un réservoir de stockage ou un puits continental

Date	Endroit	Compagnie	Description	Conséquences
2013 21 novembre	**Qingdao, Chine**	Sinopec	• Rupture d'un pipeline; fuite pendant environ 15 min dans une rue et dans la mer avant de fermer la canalisation; des heures plus tard, lorsque des travailleurs s'affairaient à nettoyer le déversement, le pétrole s'est enflammé et a provoqué une explosion à deux endroits. • Cause directe de l'explosion : les étincelles produites par un marteau-batteur hydraulique ont enflammé les vapeurs émises par une fuite de pétrole provenant d'un pipeline souterrain.	• 62 morts; 136 blessés • 18 000 résidents évacués • Superficie du déversement : 3 000 m² dans la baie de Jiaozhou et la mer Jaune • Pertes de plus de 122,7 millions de $ • [AFP, 2014; Reuters, 2013, Zhu, 2015]
2010 20 décembre	**San Martin Texmelucan**	Petroleos Mexicanos (Pemex)	• Déflagrations à un poste de pompage causées par le pompage clandestin dans une conduite à haute pression.	• Au moins 28 morts; au moins 52 blessés; 5 000 personnes évacuées; 32 maisons détruites; 83 maisons endommagées [Seattle Times, 2010]
2010 17 juillet	**port de Dalian, Chine**	China National petroleum Corp	• Explosion de deux oléoducs et incendie subséquent dans le port. • Cause : injections inadéquates d'un désulfurisant fortement oxydant dans l'oléoduc.	• Décès • 1 500 tonnes de pétrole rejeté dans la mer Jaune, surface contaminée de plus de 430 km² de mer et de littoral; répercussions économiques et écologiques. • [CBSNews, 2010; Watts, 2010]
2008 16 mars	**Raffinerie de Donges, Loire-Atlantique, France**	Total Raffinage Marketing	• Une fuite dans une conduite a causé un déversement estimé à 400 tonnes de mazout lourd (IFO 380) au cours du chargement d'un navire.	• Interdiction temporaire de pêche; dommages aux zones de pâturage situées sur les rives. • Amende : 300 000 € • [Cedre, 2014]
2008 16 mai	**Ijegun, Nigéria**		• Un bouteur est entré en collision avec un pipeline et l'a enflammé.	• Plus de 100 morts [Connors, 2008]

Date	Endroit	Compagnie	Description	Conséquences
2007 janvier	**Ambès (Gironde, France)**	Vermilion Emeraude Rep; exploité par la Société Pétrolière du Bec d'Ambès (SPBA)	• Un réservoir de stockage de pétrole brut d'un dépôt pétrolier a cédé; déversement de 13 500 m³ de pétrole brut aquitain, créant un effet de surverse qui permet à quelque 2 000 m³ de pétrole de passer par-dessus la cuve de rétention; près de 2 km de tranchées et de canaux marécageux contaminés; nappe phréatique touchée; 50 m³ ont atteint la Garonne.	• Plus de 10 km de berges polluées. • Amende de 30 000 € pour la SPBA; amende de 5 000 € pour l'ancien directeur général de la société. [Cedre, 2014]
2006 26 décembre	**Abule Egba, Nigéria**		• Rupture d'un pipeline causée par des voleurs.	• Au moins 260 morts; 60 blessés ; plusieurs maisons, une mosquée et une église détruites. [BBC, 2006a]
2006 13-15 juillet	**Liban, 30 km au sud de Beyrouth**	Centrale électrique de Jiyeh	• Dans le sud du Liban, des bombes ont explosé à la centrale électrique de Jiyeh; une partie du mazout lourd a brûlé.	• 10 000 à 15 000 tonnes de combustible non brûlé IFO 150 (mazout intermédiaire ayant une viscosité de 150 cSt à 50 °C) déversé sur le littoral; la pollution a touché presque la moitié des 200 km totalisant les côtes libanaises. [Cedre, 2006]
2006 12 mai	**Île Atlas Creek, Nigéria**		• Des vandales ont perforé un pipeline, causant une explosion.	• Au moins 150 morts • Enquête de la police et protection accrue des autres pipelines. [BBC News, 2006b]
2004 14 septembre	**Près de la ville de Bayji, Iraq**		• Des saboteurs ont attaqué un lieu où plusieurs pipelines traversent le Tigre	• Fuite de pétrole brut en combustion de pipelines fissurés; le pétrole s'est écoulé dans un cours d'eau; la maîtrise de l'incendie a pris trois jours. [Cedre, 2014]
2003 22 juin	**Abia, Nigéria**		• Siphonnage de combustible dans un pipeline fissuré, qui s'est enflammé en raison d'une étincelle	• Au moins 105 morts [BBC News, 2003]
2000 Juillet	**Warri, Nigéria**			• Au moins 300 morts [BBC News, 2006, allafrica, 2000]
1998 Octobre	**Jesse, Nigéria**	Nigerian Petroleum Corp	• Des brigands ont intentionnellement perforé le pipeline avec des outils et ont causé l'embrasement du pétrole.	• 1 082 morts; l'incendie a duré une semaine. • [Reuters, 2008; Okpo, 2012]

Date	Endroit	Compagnie	Description	Conséquences
1992 **2 mars**	**Vallée Fergana, Ouzbékistan (déversement de pétrole de Mingbulak)**		• Éruption au puits no 5; pétrole répandu qui a brûlé pendant deux mois; perte de 150 000 barils par jour, le déversement s'est arrêté de lui-même.	• Déversement total de 285 000 tonnes de pétrole; 320 000 m³ ont été recueillis à l'aide de digues d'urgence. • [Beckworth, 2012]
Remarque : Les références BBC News, 2006 et Reuters, 2008 dressent une liste d'autres incidents mettant en cause un pipeline au Nigéria.				

Références :

AFP (2014) Chinese Oil Giant Sinopec To Pay Big Over Pipeline Blast That Killed More Than 60 People, Agence France Presse Jan. 13, 2014, 6:38 AM. [http://www.businessinsider.com/chinese-oil-giant-sinopec-to-pay-big-over-pipeline-blast-that-killed-more-than-60-people-2014-1]

Allafrica (2007) Nigeria: Death Toll in Nigeria Oil Pipeline Inferno Rises to 300. [http://allafrica.com/stories/200007180160.html]

Beckwith R (2012) The Post-Macondo World: Two Years After the Spill, J Petroleum Technology — May 2012. [http://www.mydigitalpublication.com/display_article.php?id=1043403]

BBC News (2003) Nigeria oil blast kills scores, BBC News, published: 2003/06/22 19:54:26 GMT [http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/africa/3009756.stm]

BBC News (2006a) Lagos pipeline blast kills scores, BBC News 26 December 2006. [http://news.bbc.co.uk/2/hi/africa/6209845.stm]

BBC News (2006b) Probe ordered after Nigeria blast, BBC News13 May 2006. [http://news.bbc.co.uk/2/hi/africa/4768159.stm]

CBS News (2013) Pipeline explosion in China, CBS News July 17 2013. [http://www.cbsnews.com/pictures/pipeline-explosion-in-china/]

Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution (Cedre, 2006) Lebanon [http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Lebanon-conflict] (Hyperlien périmé)

Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution (Cedre, 2014) Donges Reffinery, [http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Donges-Refinery] (Hyperlien périmé)

Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution (Cedre, 2014) Ambès. [http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Ambes] (Hyperlien périmé)

Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution (Cedre, 2014) Sabotage in Iraq. [http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Sabotage-in-Iraq] (Hyperlien périmé)

China (2014) Major causes of Qingdao pipeline blasts identified, China.org January 9, 2014. [http://www.china.org.cn/china/2014-01/09/content_31140285.htm]

Connors W. (2008) 100 Feared Dead in Nigerian Pipeline Fire, New York Times May 16, 2008. [http://www.nytimes.com/2008/05/16/world/africa/16nigeria.html]

Okpo OC (2012) Vandalization of Oil Pipelines in the Niger Delta Region of Nigeria and Poverty: An Overview, Studies in Sociology of Science 3(2):13-21

Reuters (2008) TIMELINE: Deadly Nigerian pipeline disasters, Reuters May 15, 2008. [http://www.reuters.com/article/us-nigeria-pipeline-disasters-idUSL1566948020080515]

Reuters (2013) Police detain nine after Qingdao oil blasts: media, Reuters Nov 25, 2013. [http://www.reuters.com/article/2013/11/26/us-china-sinopec-blasts-idUSBRE9AP02N20131126]

Seattle Times (2011) Thieves blamed in Mexico pipeline blast that kills 28, Los Angeles Times and The Associated Press December 19 2010 [https://web.archive.org/web/20110622095021/http://seattletimes.nwsource.com/html/nationworld/2013720317_pipeline20.htm]

Watts J (2010) China's worst-ever oil spill threatens wildlife as volunteers assist in clean-up, The Guardian, Wednesday 21 July 2010. [https://www.theguardian.com/environment/2010/jul/21/china-oil-spill-disaster-wildlife]

Zhu Y, Qian X, Liu Z, Ping Huang, Yuan M (2015) Analysis and assessment of the Qingdao crude oil vapor explosion accident: Lessons learnt, J Loss Prevention in the Process Industries 33: 289–303

Annexe K : Liste des principaux déversements de pétrole brut – navires

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
MV Miss Susan/ MV Summer Wind	**2014** 22 mars	Chenal maritime de Houston, Texas City	Une barge transportant près de 1 million de gallons de pétrole lourd est entrée en collision avec un navire; le réservoir de la barge contenant 168 000 gallons de pétrole s'est rompu.	La barge s'est délestée de son contenu restant après qu'un cinquième de sa cargaison a fui; le pétrole de la barge perforée a été détecté à 12 milles au large dans le golfe du Mexique le dimanche après-midi.
Hebi Spirit	**2007** 7 décembre	Taean, Corée du Sud	Une barge s'est détachée de son remorqueur, et a perforé trois cales de chargement côté bâbord du Hebi Spirit qui était ancré.	Environ 10 900 tonnes de pétrole lourd iranien, de pétrole lourd Upper Zakum et Kuwait Export ont été rejetées en mer; le déversement s'est étendu sur 3 provinces et plusieurs centaines de kilomètres de littoral, à la fois sur le continent et de nombreuses îles, le long de la côte ouest de la Corée du Sud.
Tasman Spirit	**2003** 27 juillet	Entrée du port de Karachi, Pakistan	Un pétrolier s'est échoué à l'entrée du port de Karachi, au Pakistan.	On a estimé que quelque 30 000 tonnes de pétrole ont été déversées; la majeure partie a rapidement rejoint la plage Clifton; quelque 140 tonnes de pétrole ont été récupérées par des récupérateurs; d'importantes quantités sont restées à flot à l'intérieur et à l'extérieur du port de Karachi; les hôpitaux locaux ont signalé de nombreux cas de maux de tête, de nausée et de vertige; 17 écoles du voisinage ont été fermées pendant environ une semaine.
Prestige	**2002** 14 novembre	Au large du cap Finisterre, Galicie, Espagne	Un pétrolier à simple coque transportant 77 000 tonnes de mazout lourd (no 2, M100); coque endommagée dans une mer houleuse au nord de l'Espagne; il a été remorqué plus loin en mer et s'est rompu en deux à quelque 170 milles à l'ouest de Vigo.	On estime que quelque 64 000 tonnes ont été déversées; l'opération de récupération en mer au large des côtes espagnoles a permis, selon les estimations, de récupérer quelque 50 000 tonnes de mélange de pétrole et d'eau; coût de quelque 100 millions € pour retirer le pétrole restant de l'épave; 1 140 plages mazoutées, 2 900 km de littoral touché en France, en Espagne et au Portugal; entre 115 000 et 230 000 oiseaux morts; les coûts pour les victimes françaises ont totalisé 110 millions €, selon les estimations.

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
Sea Empress	**1996** 15 février	Entrée de Milford Haven, sud-ouest du Pays de Galles	Un pétrolier à simple coque transportant 130 000 tonnes de pétrole brut de la Mer du Nord Forties Blend s'est échoué à St Ann's Head.	72 000 tonnes de pétrole brut et 370 tonnes de mazout lourd ont été rejetées à la mer; 200 km de littoral contaminé; algues et invertébrés littoraux mazoutés le long du littoral rocheux, ainsi que les mollusques et crustacés sur les plages sablonneuses et les poissons de marées résiduelles, > 2 200 oiseaux morts.
MV Braer	**1993** 5 janvier	Garth's Ness, Shetland	Un pétrolier s'est échoué sur les rochers dans la baie de Quendale juste à l'ouest de Sunburgh Head, à l'extrémité sud des îles Shetland; le pétrolier s'est rompu en 3 sections ; toute la cargaison a été déversée dans la mer, soit 85 000 tonnes de pétrole brut norvégien Gullfacks et jusqu'à 1 500 tonnes de combustible de soute lourd.	Le pétrole brut Gullfacks est un pétrole léger volatil, facilement biodégradable; le pétrole a gravement contaminé les fermes de saumon dans la région, causant des dommages économiques importants; les marées ont répandu le pétrole sous l'eau tout autour des 900 milles de côte des Shetlands; > 1 500 oiseaux morts; les paiements totaux pour cet accident se sont élevés à 58,4 millions £.
Agean Sea	**1992** 3 décembre	À proximité du port de La Corogne sur la côte galicienne, nord-ouest de l'Espagne	Le vraquier-pétrolier OBO (minerai/vrac/pétrole), un bâtiment grec, s'est échoué. Cargaison : 80 000 tonnes de brut Brent de la Mer du Nord.	Le navire s'est rompu en deux et a pris feu, et a brûlé pendant plusieurs jours; 73 000 tonnes ont été rejetées, soit dispersées en mer ou brûlées par le feu; 1 700 tonnes de combustible de soute ont été récupérées; plus de 300 km de littoral ont été contaminés; le nettoyage a permis de récupérer environ 5 000 tonnes d'un mélange de pétrole et d'eau et 1 200 m^3 de débris et de sable contaminés; les pêcheries (moules et saumon) ont été détruites; les compensations se sont élevées à 54 millions €.
Erika	**1999** 12 décembre	Golfe de Gascogne	Un pétrolier à simple coque s'est rompu en deux, alors qu'il transportait quelque 31 000 tonnes de mazout lourd (no 6) lors d'une tempête violente.	Quelque 20 000 tonnes ont été déversées; un mazoutage intermittent s'est produit sur quelque 400 km de littoral entre le Finistère et la Charente-Maritime; près de 50 000 oiseaux sont morts; la production de sel a été touchée; 179 millions € ont été payés en compensation.

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
Katina P	**1992** 17 avril	Chenal du Mozambique	Le pétrolier a été rendu inopérant par des vagues gigantesques pendant son transit dans le canal du Mozambique. Cargaison : 66 700 tonnes de mazout lourd.	Rejet d'environ 3 000 tonnes de cargaison; le navire s'est rompu en deux et a coulé le 26 avril, à quelque 85 milles marins au large du Mozambique, en rejetant davantage de pétrole; le pétrole initialement rejeté a mazouté plusieurs plages dans la baie de Maputo et à l'extérieur de celle-ci.
ABT Summer	**1991** 28 mai	900 milles au large des côtes de l'Angola	Le navire, contenant 260 000 tonnes de pétrole brut lourd iranien, a subi une explosion et un incendie.	5 membres d'équipage sont morts; une large nappe a recouvert une superficie de 80 milles carrés autour du pétrolier et a brûlé férocement.
Haven	**1991** 11 avril	Au large de Gênes	Un très gros transporteur de brut (TGTB) a explosé pendant qu'il était ancré à Gênes; un feu a suivi. Cargaison : 144 000 tonnes de pétrole brut lourd iranien.	6 membres d'équipage ont été tués; le pétrolier s'est rompu en 3 sections; la section 1 a coulé près de son ancrage; la section principale a continué de brûler et a coulé 1,5 mille marin au large le 14 avril; et plus de 10 000 tonnes ont été déversées; environ 5 500 m3 de pétrole lourd ont été récupérés; contamination du littoral italien; paiements de 95,5 milliards de lires versés aux plaignants italiens (pêcheurs et entreprises de tourisme); 23 millions de francs versés aux plaignants français.
Khark 5	**1989** 19 décembre	Côte de Safi, 400 milles au nord des îles Canaries	Explosion; 4 soutes ont été endommagées, ce qui a provoqué un déversement continu de 70 000 tonnes de pétrole brut iranien; le déversement a continué 12 jours, et les fuites ont été estimées à 200 tonnes/heure.	Côtes et parcs à huîtres endommagés à Oualidia.
Exxon Valdez	**1989** 24 mars	Détroit du Prince William, Alaska	Superpétrolier échoué sur le récif de Bligh; 11 des 18 citernes ont été endommagées.	Quelque 37 000 tonnes de brut Alaska North Slope se sont échappées du navire; moins de 10 % du volume déversé initialement a été récupéré de la surface de la mer; 1 800 km de littoral ont été touchés; > 36 000 oiseaux et > 1 000 loutres de mer sont morts; Exxon Mobil a payé 4,3 milliards $ à la suite du déversement; cette catastrophe a abouti à la promulgation des amendements du 6 mars 1992 exigeant que tous les bâtiments construits après le 6 juillet 1996 soient à « double coque » (Convention MARPOL, règle 13F).

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
Nestucca	**1988** 23 décembre	Près de Gray's Harbor, Washington	Un remorqueur a percuté et perforé le bâtiment qu'il remorquait, en l'occurrence la péniche pétrolière Nestucca.	On estime que 87 400 litres (5 500 barils) de mazout C ont été déversés; le déversement a dérivé vers la côte ouest de l'île de Vancouver, et a mazouté les plages; quelque 56 000 oiseaux de mer sont morts; le ministère de l'Environnement de la C.-B. a ensuite adopté le Système de commandement d'intervention (SCI).
Odyssey	**1988** 10 novembre	Atlantique Nord, 700 milles au large des côtes de la Nouvelle-Écosse	Le pétrolier était presque entièrement chargé avec 132 157 tonnes de pétrole brut Brent de la Mer du Nord, il s'est rompu en deux et a coulé par temps très inclément dans le...	27 membres d'équipage disparus; une nappe de pétrole de 16 km de longueur et de 5 km de largeur a dérivé vers l'est jusqu'en mer et n'a jamais atteint le rivage.
Nova	**1985** 6 décembre	90 milles marins au sud-est de l'île Khark, dans le Golfe persique	Très gros transporteur de brut (TGTB), le NOVA, transportant 188 000 tonnes de pétrole brut léger iranien, est entré en collision avec l'ultra gros transporteur de brut (UGTB) MAGNUM.	Déversement d'environ 70 000 tonnes; le pétrole s'est déplacé vers la zone de guerre; on s'attendait à ce que le pétrole s'évapore et se disperse en mer.
Castillo de Bellver	**1983** 6 août	Environ 70 milles au nord-ouest du Cap, Afrique du Sud	Un navire transportant 252 000 tonnes de pétrole brut léger (Murban et Upper Zakum) a pris feu; le navire en feu a dérivé au large et s'est rompu en deux; la section de poupe – pouvant contenir jusqu'à 100 000 tonnes de pétrole restant dans ses citernes – a chaviré et a coulé dans des eaux profondes, 24 milles au large des côtes; la section de la proue a été remorquée loin de la côte et a fini par couler, grâce à l'utilisation de charges explosives contrôlées.	Environ 50 000 à 60 000 tonnes ont été déversées dans la mer ou brûlées, selon les estimations; 1 500 oiseaux du genre Morus ont été mazoutés; une « pluie noire » de gouttelettes aéroportées de pétrole est tombée pendant les 24 premières heures suivant l'incident sur des terrains de culture de blé et des pâturages de moutons à l'est du lieu de l'accident.
Irenes Serenade	**1980** 23 février	Baie de Navarino, Grèce	Un pétrolier transportant 102 660 tonnes de pétrole brut irakien (mélange Kirkuk), ancré au point de mazoutage, a subi des explosions dans le gaillard qui ont enflammé la cargaison.	Une marée noire de 2 milles de longueur et de ½ mille de largeur s'est étalée depuis le navire; le pétrolier et les eaux environnantes ont brûlé pendant 14 heures jusqu'au matin suivant, alors que le pétrolier a coulé au large du port de Pylos, près de l'île de Sphactérie.

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
Independenta	**1979** 15 novembre	Haydarpasa, à l'entrée du Bosphore, Turquie	Le pétrolier a heurté le cargo grec Evrialy; une partie du chargement de 93 800 tonnes de pétrole brut Libyan Es Sider s'est déversée et a pris feu.	42 membres d'équipage sont morts dans l'explosion et l'incendie qui ont suivis à bord du navire et en raison du pétrole qui se consommait sur l'eau; des bâtiments ont été endommagés dans un rayon de 6 km; on a estimé que 50 tonnes de pétrole ont atteint le port d'Haydrapasa; le Bosphore a été fermé au trafic pendant plusieurs semaines.
Atlantic Empress	**1979** 19 juillet	10 milles au large de Tobago	2 TGTB entièrement chargés, l'Atlantic Empress et l'Aegean Captain, se sont heurtés pendant une tempête tropicale.	L'Atlantic Empress, en flammes, a été remorqué plus loin en mer; à 300 milles marins au large des côtes, une explosion importante a grandement endommagé le bâtiment, qui a commencé à donner de la bande et a fini par couler le 2 août; on estime que 287 000 tonnes de pétrole ont été déversées.
Kurdistan	**1979** 15-16 mars	Détroit de Cabot	Le pétrolier s'est rompu en deux, et 7 000 tonnes de mazout C ont été déversées.	La section de la poupe a été remorquée au port – elle était délestée de son pétrole; la section de la proue a été sabordée par 2 000 brasses de profondeur au large de la plateforme néo-écossaise; le pétrole a dérivé vers le rivage au Cap Breton.
Betelgeuse	**1979** 8 janvier	Terminal sur l'île Whiddy dans la baie de Bantry, Irlande	Le pétrolier déchargeait sa cargaison, composée de 74 000 tonnes de pétrole brut lourd arabe et de 40 000 tonnes de brut léger arabe; 40 000 tonnes de brut léger se trouvaient encore à bord lorsque le navire a explosé.	42 membres d'équipage du Betelgeuse et 7 travailleurs du terminal pétrolier sont morts dans l'explosion; le navire a été rompu en deux par l'explosion, et les deux sections ont coulé; 40 000 tonnes de pétrole brut léger arabe ont été déversées; l'explosion a également provoqué l'incendie du navire; le quai et le terminal ont été gravement endommagés; la pollution a touché l'industrie locale des pêches; les réclamations totales se sont élevées à 120 M$ US.
Amoco Cadiz	**1978** 16 mars	Au large de la côte de Bretagne	Le pétrolier s'est échoué. Pendant 2 semaines, toute la cargaison de 223 000 tonnes de pétrole brut léger iranien et arabe et 4 000 tonnes de combustible de soute ont été rejetées dans une mer agitée.	Le pétrole et les émulsions ont contaminé 320 km du littoral breton; près de 20 000 carcasses d'oiseaux morts ont été récupérées; la culture des huîtres a été touchée.

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
Hawaiian Patriot	**1977** 23 février	300 milles à l'ouest d'Hawaii	Le navire transportait 99 000 tonnes de pétrole brut léger indonésien; le bordé de carène s'est fissuré pendant une tempête, ce qui a provoqué la fuite d'environ 18 000 tonnes de pétrole dans la mer; le jour suivant, le pétrolier a pris feu et a explosé; il a brûlé avec vigueur pendant plusieurs heures et a coulé avec le reste de la cargaison à bord.	1 membre d'équipage est mort; la marée noire résultante, estimée à quelque 50 000 tonnes de pétrole, s'est déplacée d'Hawaii vers l'ouest par les courants océaniques et n'a pas causé de pollution sur la terre.
Urquiola	**1976** 12 mai	La Corogne, Espagne	Le navire a heurté le fond en entrant dans le port; le pétrole a commencé à fuir; le navire a de nouveau heurté le fond en sortant du port et s'est échoué entre les deux chenaux d'entrée, la proue reposant par 30 m d'eau.	La plupart des membres d'équipage ont abandonné le navire avant une série d'explosions, et un incendie majeur a tué le capitaine; une fumée noire s'est étalée sur la ville de La Corogne; le pétrole s'est rapidement déversé dans le port et vers le littoral environnant; quelque 100 000 tonnes de pétrole brut léger arabe se sont déversées, et la majeure partie a brûlé, et on estime que 25 000 à 30 000 tonnes ont atteint la terre ferme; les coûts d'intervention et les pertes économiques ont été estimés à 70 millions d'euros.
Jakob Maersk	**1975** 29 janvier	Port de Leixoes, nord du Portugal	Le navire a frappé le fond; il transportait environ 88 000 tonnes de pétrole, consistant en pétrole brut léger iranien et en combustible de soute.	7 membres d'équipage ont été tués; les explosions et un incendie se sont propagés à la cargaison et au pétrole flottant sur l'eau; 40 000 à 50 000 tonnes de pétrole ont été consommées par le feu; la majeure partie du pétrole déversé a été soufflée vers la mer, et on estime que 25 000 tonnes se sont par la suite dispersées; le ciel au-dessus de Porto a été obscurci par une épaisse fumée noire pendant plusieurs jours; la contamination la plus importante était dans les 3 à 4 km autour du navire; les coûts ont été estimés à 2,8 M$.
Metula	**1974** 9 août	Est du détroit de Magellan, Chili	Le navire s'est échoué; 47 000 tonnes de pétrole brut léger arabe et 3 000 à 4 000 tonnes de mazout lourd ont été perdues, selon les estimations.	Quelque 4 000 oiseaux sont morts.

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
Sea Star	**1972** 19 décembre	Golfe d'Oman	Le Sea Star a heurté le pétrolier Horta Barbosa et a explosé; les deux navires ont pris feu; le Horta Barbosa a été éteint en moins d'une journée; le Sea Star a continué de brûler; après une série d'explosions, le Sea Star a coulé, 5 jours après la collision.	12 membres d'équipage ont été tués; environ 115 000 tonnes de pétrole brut ont été déversées.
Arrow	**1970** 4 février	Baie de Chedabucto, Nouvelle-Écosse	Le pétrolier s'est échoué sur le rocher Cerbère, et près de 82 000 barils de mazout C ont été déversés.	Quelque 300 milles de littoral ont été touchés; seulement 10 % ont fait l'objet d'un nettoyage, et on a laissé le reste se dégrader naturellement; en 1997, il restait encore beaucoup de pétrole dans les sédiments (426 à 12 744 ppm), mais la récupération de l'habitat était manifeste; cet accident a entraîné des modifications importantes à la Loi sur la marine marchande du Canada, au sujet de la responsabilité et de l'indemnisation.
Torrey Canyon	**1967** 18 mars	Près de Lands End, Cornwall	Le pétrolier s'est échoué sur Pollard's Rock, qui fait partie du récif de Seven Stones.	Quelque 119 000 tonnes de brut koweïtien ont été perdues en mer ou brûlées; plus de 15 000 oiseaux de mer sont morts; bon nombre des effets néfastes du déversement ont été ultérieurement associés au volume important, à la concentration élevée et à la grande toxicité des dispersants et détergents utilisés. Cet accident donne naissance aux premiers éléments des politiques française, britannique et européenne de prévention et de lutte contre les marées noires.

Remarque : Les données sur les déversements maritimes proviennent surtout d'études de cas réalisées par l'International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF) [http://www.itopf.com/in-action/case-studies/] et le Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE), Alphabetical Classification [http://www.cedre.fr/en/spill/alphabetical-classification.php] du site Oil Tanker Spill Statistics 2015, ITOPF (2015) [http://www.itopf.com/knowledge-resources/data-statistics/statistics/], et de la base de données sur les déversements canadiens qui est décrite en détail sur le site du Ship Source Oil Pollution Fund [http://www.ssopfund.ca/incidents].

Révision : 12 février 2016

Annexe L : Liste des principaux déversements de pétrole brut – plateformes de forage

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
Deep Water Horizon (éruption de Macondo)	2010 20 avril	Golfe du Mexique	Un incendie et des explosions se sont produits sur la plateforme de forage semi-submersible Deepwater Horizon. La plateforme a coulé; l'éruption depuis le fond marin a duré pendant 87 jours jusqu'à ce que le puits soit recouvert le 15 juillet 2010 et scellé le 19 septembre 2010.	• 11 morts, 17 blessés dont 3 sont critiques. Rejet estimé total de 4,9 millions de barils; superficie touchée de 2 500 à 68 000 milles carrés; coût total de 61,6 milliards de dollars (juillet 2015); poursuites en cours.
West Atlas (Montara)	2009 21 août	Champ pétrolier au large de Montara, mer de Timor, Australie	Rejet non contrôlé de pétrole et de gaz (brut léger et mélange de condensats et de gaz).	• Déversement de 4 800 tonnes; marée noire s'étendant jusque sur 40 km de largeur et 136 km de longueur.
Usumacinta	2007 23 oct.	Côte de Tabasco, près du port de Dos Bocas	Une mer violente a endommagé la plateforme; sulfure d'hydrogène détecté; incendie subséquent.	• 22 morts (problème avec les radeaux de sauvetage). • 8 701 barils (1 383,3 m³) de pétrole déversé ont été récupérés, et 5 000 autres barils ont été entièrement perdus.
Nowruz	1983 24 janv. – avril	Champ pétrolifère iranien de Nowruz, Golfe persique	Remarque : zone de guerre entre l'Iran et l'Irak. Un navire d'approvisionnement a heurté la plateforme; rupture de la colonne montante à la tête de puits (nº 3). Plateforme bombardée (nº 4).	• 11 personnes tuées; puits obturé le 16 septembre 1983 (nº 3). • 9 personnes tuées; puits obturé en mars 1985 (nº 4). • Quantité totale de pétrole déversée dans le Golfe persique entre 1983 et 1985 : 260 000 tonnes, selon les estimations.
Hasbah 6	1980 2 oct.	250 km au nord-ouest de Qatar	Éruption du puits exploratoire nº 6 foré par la plateforme Ron Tappmeyer dans le champ pétrolifère Hasbah; les risques présentés par le rejet de sulfure d'hydrogène gazeux ont retardé les efforts pour maîtriser l'éruption.	• Le puits a rejeté du pétrole jusqu'au 10 octobre lorsqu'il a été obturé; 100 000 barils déversés. • 19 personnes tuées.
Niger Delta, Nigeria	1980 17 janv.	5 milles au large du delta du Niger	Éruption du puits Funiwa nº 5.	• Déversement d'environ 200 000 barils; un incendie a commencé le 29 janvier; l'écoulement a été arrêté le 1er février. • 230 personnes sont mortes en raison de la pollution.

Accident	Date	Endroit	Description	Conséquences
IXTOC I (Sedco 135F)	1979 3 juin	Baie de Campeche, 600 milles au sud du Texas dans le golfe du Mexique	Éruption du puits exploratoire IXTOC I d'une profondeur de 2 milles; le pétrole et le gaz jaillissant du puits se sont enflammés, provoquant l'incendie de la plateforme; la plateforme en combustion s'est effondrée sur la zone de la tête de puits, entravant les efforts immédiats visant à maîtriser l'éruption.	• Puits enfin obturé le 23 mars 1980; déversement entre 470 000 et 1 500 000 tonnes; entre le tiers et la moitié de ce pétrole a été brûlé, provoquant une importante pollution atmosphérique; la quantité restante s'est étalée sur le golfe du Mexique sous forme de marée noire à la dérive de 180 km par 80 km; dommages importants le long de la côte américaine, particulièrement au Texas; coût estimé total de 1,5 milliard $.
Ekofisk B	1977 22 avril	Champ Ekofisk, plateau continental norvégien	Éruption du puits avec rejet non maîtrisé de pétrole et de gaz.	• Rejet total de 202 380 barils selon les calculs; de 30 à 40 % du pétrole se serait évaporé après ce rejet initial; le puits a été obturé sept jours plus tard.
Santa Barbara	1969 28 janv.	Chenal de Santa Barbara, champ pétrolifère extracôtier de Dos Cuadras	Éruption de la plateforme A d'Union Oil.	• Déversement de 80 000 à 100 000 barils, selon les estimations, dans le chenal et sur les plages du comté de Santa Barbara , et mazoutage du littoral entre Goleta et Ventura, ainsi que sur les rives nord des îles du chenal 4northern; la marée noire a recouvert 75 milles carrés, a tué environ 3 500 oiseaux et a touché les mammifères marins; perte économique importante; cet accident a contribué à l'établissement du cadre législatif régissant les travaux pétroliers et gaziers au large des États-Unis; moratoire sur l'attribution de nouveaux baux pour le pétrole extracôtier.

Annexe M : Modifications apportées à la réglementation canadienne et américaine à propose du transport du pétrole brut à la suite du déraillement de Lac-Mégantic (liste non exhaustive)

Date	Organisme	Exigence/Règlement
18 juil. 2013	Bureau de la sécurité des transports (BST) Directive d'urgence (DU) 9/13	• Un équipage d'au moins deux personnes est requis sur tous les trains transportant un wagon-citerne ou plus chargé de marchandises dangereuses. • Aucune locomotive fixée à un ou plusieurs wagons-citernes chargés de marchandises dangereuses ne doit être laissée sans surveillance sur la voie principale. • Description détaillée de l'application des freins à main et autres dispositifs de sécurité.
2013 Aug 02	U.S. Dept of Transportation (DOT) Federal Railroad Administration (FRA) Safety Advisory (SA) 2013-06, Emergency Order 28 [FR, 2013a]	• no train or vehicle transporting hazardous material shall be left unattended on a mainline track or mainline siding outside of a yard or terminal until the railroad provides a plan to FRA that contains sufficient safety justification for any determination allowing such trains or vehicles to be unattended • development of processes for the securement of unattended trains or vehicles transporting hazardous goods – securing the controlling locomotive cab – requiring the employees responsible for securing trains to communicate to the train dispatcher information on the number of hand brakes applied, the tonnage and length of the train, the grade and terrain features of the track, any relevant weather conditions and the type of equipment being secured; dispatcher must verify that securement meets railroad's requirements • review existing procedures on the number of hand brakes to be set on unattended trains • ensure that a qualified railroad employee inspect all equipment that any emergency responder has been on for proper securement before the train is left unattended
11 sept. 2013	Avis de sécurité ferroviaire du BST 12/13	• Examiner les processus en place qu'utilisent les fournisseurs et les entreprises qui transportent ou importent ces produits afin de veiller à ce qu'on détermine et documente correctement les propriétés de ces produits pour les transporter en toute sécurité. [BST, 2013a]
17 oct. 2013	Ordre 31 de Transports Canada (TC)	• Les personnes se livrant à l'importation ou la présentation au transport du pétrole brut doivent analyser immédiatement la classification du pétrole brut importé, manutentionné, présenté au transport ou transporté en tant que UN 1267 ou UN 1993, si une analyse de classification n'a pas été menée depuis le 7 juillet 2013. De plus, les résultats d'analyse doivent être présentés aux inspecteurs de Transports Canada sur demande. • Le pétrole brut classifié UN 1267 ou UN 1993 transporté par voie ferroviaire doit être expédié comme produit de classe 3, Liquide inflammable, groupe d'emballage (GE) 1… jusqu'à ce que toute personne qui importe ou présente au transport exécute l'analyse. [TC, 2013a]

Date	Organisme	Exigence/Règlement
20 nov. 2013	Ordre 32 de TC	• Que toute compagnie canadienne de chemin de fer de classe I qui transporte des marchandises dangereuses doit fournir à l'agent désigné de la planification des mesures d'urgence de chaque municipalité par laquelle des marchandises dangereuses sont transportées par chemin de fer, les données globales annuelles sur la nature et le volume des marchandises dangereuses que la compagnie transporte par véhicule ferroviaire à travers la municipalité, le tout présenté par trimestre. [TC, 2013b]
11 janv. 2014	*Gazette du Canada*	• Exigences de mise à niveau des anciens wagons-citernes DOT 111 (mise à niveau devant être effectuée dans les trois ans, ou élimination de ces wagons). (CG, 2014)
23 janv. 2014	BST	• Exigence que tous les wagons-citernes de catégorie 111 utilisés pour transporter des liquides inflammables répondent aux normes de protection accrues qui permettent de réduire considérablement le risque de perte de produits lorsque ces wagons sont impliqués dans des accidents (R14-01). • Exigence que des critères rigoureux soient établis pour l'exploitation de trains transportant des marchandises dangereuses et exige des compagnies ferroviaires qu'elles produisent des tracés et des analyses d'itinéraires et qu'elles effectuent des évaluations périodiques de risques pour garantir l'efficacité des mesures de contrôle du risque (R14-02). • Des plans d'intervention d'urgence sont requis pour le transport de volumes importants d'hydrocarbures liquides, comme le pétrole (R14-03). [BST, 2014a]
23 avr. 2014	Ordre 33 de TC	• Exige que les personnes qui offrent le transport ou l'importation de marchandises dangereuses (p. ex., éthanol, pétrole brut) par rail, dans un wagon-citerne, et si un ou plusieurs desdits wagons-citernes d'un train sont chacun remplis à 10 % ou plus de sa capacité, disposent d'un plan d'intervention d'urgence. [TC PD 33, 2014]
23 avr. 2014	Ordre 34 de TC	• Exige qu'au moins 5 000 des wagons-citernes DOT-111 les moins résistants à l'impact (c.-à-d. les wagons qui ne sont pas pourvus d'un renforcement de fond continu) soient immédiatement retirés du service de transport de marchandises dangereuses. [TC PD 34, 2014]
19 août 2014	BST	• Publication du rapport sur le déraillement de Lac-Mégantic. [BST, 2014b]
24 févr. 2015	TC	• Les compagnies qui transportent 1,5 million de tonnes de pétrole brut par année dans des wagons doivent avoir une assurance-responsabilité civile d'au moins 1 milliard de dollars. • Une contribution de 1,65 $ par tonne de pétrole brut transportée sera placée dans un fonds supplémentaire financé par les transporteurs, et qui sera utilisé en cas d'accident ferroviaire mettant en cause du pétrole brut [TC, 2015a]

Date	Organisme	Exigence/Règlement
30 avr. 2015	DU de TC	• Règles concernant l'immobilisation de l'équipement ferroviaire, particulièrement le réglage des freins à main et l'utilisation requise d'une méthode ou d'un mécanisme additionnel d'immobilisation. [TC DU, 2015b]
20 mai 2015	TC *Gazette du Canada*	• *Règlement modifiant le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* (wagons-citernes TC117): exigences additionnelles concernant les wagons-citernes utilisés pour le transport du pétrole brut, de l'éthanol, de l'essence, du carburant diesel, du carburant aviation et d'autres liquides inflammables (voir la figure 12). [CG, 2015]

References :

Association of American Railroads (AAR) (2013) Freight rail industry urges retrofit or phase out of 92,000 tank cars moving flammable liquids, plus higher federal safety standards for new cars. [https://www.aar.org/newsandevents/Press-Releases/Pages/PHMSA-ANPRM-PRESSRELEASE.aspx#.Up90XMRDsYQ]

Canada Gazette (CG) (2015) Regulations Amending the Transportation of Dangerous Goods Regulations (TC 117 Tank Cars). [http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2015/2015-05-20/html/sor-dors100-eng.php]

CNW (2013) Transport Canada announces emergency directive to increase rail safety [http://www.newswire.ca/news-releases/transport-canada-announces-emergency-directive-to-increase-rail-safety-512744731.html]

Federal Registry (FR) (2013a) Federal Railroad Administration [Safety Advisory 2013-06] Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration [Docket No. PHMSA–2013–0196; Notice No. 13–13] Lac-Megantic Railroad Accident Discussion and DOT Safety Recommendations [https://www.fra.dot.gov/eLib/details/L04720]

Federal Registry (FR) (2013b) Federal Railroad Administration [Safety Advisory 2013-07] Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration Safety and Security Plans for Class 3 Hazardous Materials Transported by Rail [https://www.fra.dot.gov/eLib/Details/L04861]

Government of Canada News (GCNews) (2014) Addressing the safety of DOT-111 tank cars carrying dangerous goods [http://news.gc.ca/web/article-en.do?nid=841119]

Noel, AM (2014) Protective Directions Issued by the Transport Dangerous Goods Directorate. [http://www.tc.gc.ca/eng/tdg/newsletter-fall-2014-1215.html#s6]

Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA) (2014) Safety Alert – January 2, 2014 - Preliminary Guidance from OPERATION CLASSIFICATION [https://www.phmsa.dot.gov/staticfiles/PHMSA/DownloadableFiles/1_2_14%20Rail_Safety_Alert.pdf]

Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA) (2015) The Fixing America's Surface Transportation (FAST) Act [https://www.phmsa.dot.gov/hazmat/the-fixing-americas-surface-transportation-fast-act]

Transport Canada (TC) (2013) Transport Canada announces emergency directive to increase rail safety [http://news.gc.ca/web/article-en.do?nid=831429]

Transport Canada (TC) (2014a) Explanatory Note [http://www.tc.gc.ca/media/documents/tdg-eng/AmdTC140-ExplaNote-2014-07-15-Eng.pdf]

Transport Canada (TC) (2014b) Minister of Transport Order Pursuant to Section 19 of the Railway Safety Act [http://tc.gc.ca/eng/mediaroom/ministerial-order-railway-7491.html]

Transport Canada (TC) (2015a) Liability and compensation regime under the Safe and Accountable Rail Act. [http://www.tc.gc.ca/eng/mediaroom/infosheets-railway-safety-7683.html]

Transport Canada (TC) (2015b) Strengthening handbrake requirements and preventing runaway trains. [http://news.gc.ca/web/article-en.do?nid=1010079]

Transport Canada (TC) (2016a) Protective Direction No.34 [https://www.tc.gc.ca/eng/tdg/protective-direction-no-34.html]

Transport Canada (TC) (2016b) Emergency Directive and Rules Respecting Key Trains and Key Routes Comparison Table [https://www.tc.gc.ca/eng/railsafety/railsafety-997.html]

Transport Canada (TC) (2016c) Protective Directions [http://www.tc.gc.ca/eng/tdg/safety-menu-1272.html]

Transport Canada (TC) (2016d) Canadian Rail Operating Rules. [https://www.tc.gc.ca/media/documents/railsafety/CANADIAN_RAIL_OPERATING_RULES_2016.pdf]

Transport Canada (TC) (2016e) Order pursuant to Section 32.01 of the Railway Safety Act [https://www.tc.gc.ca/eng/railsafety/railsafety-1010.html]

Transport Canada (TC) (2017) The Fund for Railway Accidents Involving Designated Goods [https://www.tc.gc.ca/eng/policy/acg-acgb-menu-3147.html]

Transportation Safety Board of Canada (TSB) (2013) Rail Safety Advisory Letter 12/13: Determination of petroleum crude oil properties for safe transportation. [http://www.tsb.gc.ca/eng/medias-media/sur-safe/letter/rail/2013/r13d0054/r13d0054-617-12-13.asp]

Transportation Safety Board of Canada (TSB) (2014a) Rail recommendations R-14-01, R14-02, R14-03 [http://www.tsb.gc.ca/eng/recommandations-recommendations/rail/2014/rec-r1401-r1403.pdf]

Transportation Safety Board (TSB) (2014b) Recommendations and Safety Advisories [http://www.tc.gc.ca/media/documents/mediarom/TABLE_EN_11_x_17_RAIL_Feb_19-2015.pdf]

Transportation Safety Board of Canada (TSB) (2014c) Railway Investigation Report R13d0054 Runaway and Main-Track Derailment Montreal, Maine & Atlantic Railway Freight Train Mma-002 Mile 0.23, Sherbrooke Subdivision Lac-Mégantic, Quebec 06 July 2013. [http://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/rail/2013/r13d0054/r13d0054.pdf]

U.S. Department of Transportation (2014a) Amended and Restated Emergency Restriction/Prohibition Order Docket No. DOT-OST-2014-0025 [https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/Amended%20Emergency%20Order%20030614.pdf]

U.S. Department of Transportation (2014b) Emergency Restriction/Prohibition Order Docket No. DOT-OST-2014-0067 [https://www.transportation.gov/briefing-room/emergency-order]

U.S. Department of Transportation (2014c) Federal Railroad Administration [Safety Advisory 2014-01] Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration [Docket No. PHMSA-2014-0049; Notice No. 14-07] Recommendations for Tank Cars Used for the Transportation of Petroleum Crude Oil by Rail [https://www.phmsa.dot.gov/staticfiles/PHMSA/DownloadableFiles/Hazmat/Final_FRA_PHMSA_Safety_Advisory_tank_cars_May_2014.pdf]

U.S. Department of Transportation (2014d) Operation Safe Delivery Update [https://www.phmsa.dot.gov/staticfiles/PHMSA/DownloadableFiles/Hazmat/07_23_14_Operation_Safe_Delivery_Report_final_clean.pdf]

U.S. Department of Transportation (2015c) Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration 49 CFR Parts 171, 172, 173, *et al.* Hazardous Materials: Enhanced Tank Car Standards and Operational Controls for High-Hazard Flammable Trains; Final Rule [https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2015-05-08/pdf/2015-10670.pdf]

U.S. Department of U.S. Department of Energy (2015) Crude Oil Characteristics Research Sampling, Analysis and Experiment (SAE) Plan [https://energy.gov/sites/prod/files/2016/06/f32/Crude%20Oil%20Characteristics%20Research%20SAE%20Plan.pdf]

U.S. Department of Transportation (2015a) Federal Railroad Administration to Railroads: Notification of Crude Oil Trains to States Must Continue, Press Release Number: FRA 13-1, 22 JUL 2015 [https://www.fra.dot.gov/eLib/details/L16747#p1_z50_gD_lPR]

U.S. Department of Transportation (2015b) DOT Announces $5.9 Million in First Responder Grants to Help Protect Communities from Flammable Liquids by Rail Incidents PHMSA 09-15, 28 Sep 2015. [https://www.phmsa.dot.gov/hazmat/dot-announces-5-9-million-in-first-responder-grants-to-help-protect-communities-from-flammable-liquids-by-rail-incidents]

Note : additional United States regulations are available at https://www.phmsa.dot.gov/hazmat/osd/chronology